बाल जीवनी माला

१. डारविन	अशोक घोष
२. आइजक न्यूटन	ओमप्रकाश आर्य
३. शरतचन्द्र	विष्णु प्रभाकर
४. रामानुजन	डा. वजीर हसन आब्दी
५. जगदीशचन्द्र बसु	सुभाष मुखोपाध्याय
६. मिर्जा गालिब	रजिया सज्जाद जहीर
७. निराला	डा. रामविलास शर्मा
८. आर्किमीदिज	गुणाकर मुळे
९. भास्कराचार्य	गुणाकर मुळे
१०. सी. वी रामन	विश्वमित्र शर्मा
११. एडिसन	शंकरलाल पारीक
१२. वाल्तेयर	देवीप्रसाद
१३. प्रफुल्लचन्द्र राय	राजीव सक्सेना
१४. मादाम क्यूरी	गीता बन्दोपाध्याय
१५. गेलीलियो	ओमप्रकाश आर्य
१६. पास्कल	गुणाकर मुळे
१७. आइंस्टाइन	युगजीत नवलपुरी
१८. केपलर	गुणाकर मुळे
१९. राहुल सांकृत्यायन	भदन्त आनन्द कौसल्यायन
२०. बंकिमचन्द्र	विष्णु प्रभाकर
२१. प्रेमचन्द	नागार्जुन
२२ कॉपर्निकस	डा. वजीर हसन आब्दी
२३. लुई पाश्चर	शंकरलाल पारीक
२४. मेंडेलीफ	गुणाकर मुळे

प्रत्येक का मूल्य ३ रुपये ५० पैसे

बाल जीवनी माला

केपलर

पीपुल्स पब्लिशिंग हाउस (प्रा.) लिमिटेड
रानी झांसी रोड, नई दिल्ली

पहला हिन्दी संस्करण
फरवरी, १९६८
दूसरा हिन्दी संस्करण
१९७९

लेखक
गुणाकर मुळे

मूल्य : ३ रुपये ५० नये पैसे

जितेन सेन द्वारा न्यू एज प्रिंटिंग प्रेस, रानी झांसी रोड, नई दिल्ली में मुद्रित और उन्हीं के द्वारा पीपुल्स पब्लिशिंग हाउस (प्रा०) लिमिटेड नई दिल्ली की तरफ से प्रकाशित ।

केपलर

खगोल विज्ञान के तीन निर्माता

"मैंने जो कुछ पाया दूसरे महान वैज्ञानिकों के कंधों पर खड़े होकर ही !" —न्यूटन

किसी स्वच्छ रात्रि में आकाश की ओर तो देखो। आकाश के ये टिमटिमाते दीपक क्या हैं ? तुम शायद यह जानते हो कि ये दीपक नहीं हैं; असल में ये ग्रह हैं, तारे हैं, नीहारिकाएं हैं। और भी पता नहीं इस असीम आकाश में क्या-क्या है ! परन्तु क्या तुमने यह जानने की कभी कोशिश की है कि आकाश के ये ग्रह-नक्षत्र हमसे कितनी दूर हैं ? इनकी गति क्या है ? ये आकाश में किस मार्ग पर यात्रा करते हैं ?

इस विश्व में कोई भी वस्तु स्थिर नहीं है। आकाश के ये ग्रह-नक्षत्र भी स्थिर नहीं हैं। ये सदैव गतिमान रहते हैं।

और फिर, तुमने आजकल के नक़ली चन्द्रमाओं के बारे में तो जरूर ही कुछ पढ़ा-सुना होगा। अब तो आदमी भी आकाश की सैर करने लगा है। क्या तुम जानते हो कि आदमी को आकाश में भेजने के पहले वैज्ञानिकों को क्या-क्या तैयारियाँ करनी पड़ती हैं ? राकेट को कितने वेग से ऊपर भेजना होगा, यह पृथ्वी

से कितना ऊपर उठेगा, यह पृथ्वी की किस मार्ग में परिक्रमा करेगा, कितने वेग से परिक्रमा करेगा, आदि सवालों का हल पहले से ही जान लेना होता है।

यह सब कैसे सम्भव है ?

तुम में से शायद कोई कहे कि न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण-सिद्धान्त से बहुत-सी बातें जानी जा सकती हैं। ठीक है। परन्तु ग्रह या आजकल के कृत्रिम उपग्रहों की गति के बारे में सभी बातें केवल न्यूटन के गणित से ही जानना सम्भव नहीं है। यह सच है कि न्यूटन संसार के एक महानतम गणितज्ञ थे। परन्तु स्वयं न्यूटन ने भी स्वीकार किया था, "मैंने जो कुछ पाया है वह दूसरे महान् वैज्ञानिकों के कंधों पर खड़े होकर ही।"

संसार का एक बहुत बड़ा वैज्ञानिक जब यह स्वीकार करता है कि उसने जो कुछ पाया है वह केवल उसका अपना नहीं है, बल्कि दूसरों की खोजों पर आधारित है, तब क्या तुम्हारे मन में यह कौतूहल पैदा नहीं होता कि न्यूटन जैसे महान् वैज्ञानिक के 'गुरु' कौन थे ?

यूं तो कई नाम लिये जा सकते हैं, परन्तु यदि हम केवल न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण-सिद्धान्त पर ही विचार करें तो बिना किसी सन्देह के कहा जा सकता है कि

गेलीलियो तथा केपलर के बिना न तो आज हमनें न्यूटन का नाम सुना होता और न हमें इतनी जल्दी गुरुत्वाकर्षण जैसा महान् सिद्धान्त ही मिला होता। यही कारण है कि न्यूटन नें अपनें पहले के वैज्ञानिकों का ऋण स्वीकार किया है।

गेलीलियो के बारे में तुमने अवश्य पढ़ा होगा। दूसरे महान् वैज्ञानिक के बारे में तुम शायद अधिक नहीं जानते।

जिस दूसरे महान् वैज्ञानिक नें न्यूटन जैसे महान् वैज्ञानिक के द्वारा हमें गुरुत्वाकर्षण-सिद्धान्त दिया और आज जिसके नियम अन्तरिक्ष-यात्रा के लिए परमावश्यक हैं, उसके बारे में जानने के लिए तुम जरूर उत्सुक होगे। वह कहां पैदा हुआ था, उसका बचपन कैसा बीता, उसने इन नियमों की खोज कैसे की, आदि-आदि बातें।

तो आओ, हम और तुम मिलकर इन बातों का पता लगायें...

: २ :

आज तो हम जानते हैं और सिद्ध भी कर सकते हैं कि पृथ्वी सौरमण्डल का एक ग्रह मात्र है और यह सूर्य की परिक्रमा करती है। परन्तु तुम्हें यह जानकर आश्चर्य होगा कि एक जमाना ऐसा भी था जब सामान्य लोग ही नहीं, बल्कि बड़े-बड़े ज्योतिषी यह मानते थे कि पृथ्वी स्थिर है और सूर्य ही इसकी परिक्रमा करता है।

टॉलमी (लगभग १५० ई०) अपने समय के एक महान् ज्योतिषी थे। उन्होंने अपने ग्रन्थ 'सिंटेक्सिस' में पृथ्वी को स्थिर मानकर सूर्य और अन्य ग्रहों को पृथ्वी की परिक्रमा करते हुए सिद्ध किया था। लगभग डेढ़ हजार वर्ष तक टॉलमी के सिद्धान्त यूरोप के देशों में पत्थर की लकीर माने जाते थे। ईसाई धर्म भी इन सिद्धान्तों का समर्थन करता था। करे भी क्यों नहीं? इससे पृथ्वी को विश्व में केन्द्रीय महत्व जो प्राप्त होता है।

किन्तु सत्य हमेशा के लिए छिपा नहीं रह सकता।

आखिर यूरोप में एक ऐसा वैज्ञानिक पैदा हुआ जिसने सिद्ध कर दिखाया कि वास्तव में सूर्य ही स्थिर है, पृथ्वी तथा अन्य ग्रह इसकी परिक्रमा करते रहते हैं।

जानते हो वह वैज्ञानिक कौन था?

वह था कोपर्निकस (१४७३-१५४३)। कोपर्निकस के सिद्धान्त ने सारे यूरोप में तहलका मचा दिया। ईसाई धर्मावलम्बी बौखला उठे। उस समय यूरोप में ईसाई धर्मगुरु राजा-महाराजाओं से भी अधिक शक्तिशाली थे। वे किसी का भी मुंह बन्द कर सकते थे, किसी को भी मौत के घाट उतार सकते थे। कोपर्निकस को भी इन धर्मगुरुओं से भय था। इसलिए उसने अपनी पुस्तक को अपने जीवनकाल में प्रकाशित न करने का निश्चय किया। परन्तु उसके एक मित्र ने पुस्तक प्रकाशित कर ही दी। बेचारा कोपर्निकस अपनी मृत्यु के समय ही अपने महान सिद्धान्तों को प्रकाशित रूप में देख पाया!

ईसाई धर्मगुरुओं ने कोपर्निकस की पुस्तक पर रोक लगा दी। जो कोई भी कोपर्निकस के सिद्धान्त का प्रचार करता उसे ये धर्मगुरु कड़ा दण्ड देते थे।

परन्तु सत्य, चाहे उसका लाख विरोध किया जाय, बहुत समय तक छिपा नहीं रह सकता।

कोर्पनिकस की पुस्तक को प्रकाशित हुए अभी पचास साल भी पूरे नहीं हो पाये थे कि जर्मनी के ट्यूबिन्गेन विश्वविद्यालय का एक विद्यार्थी लुक-छिप कर बड़ी लगन से कोर्पनिकस की पुस्तक का अध्ययन कर रहा था। विश्वविद्यालय से डिग्री प्राप्त कर लेने पर जब वह स्वयं गणित का प्राध्यापक बना तब तो वह प्रकट रूप से अपने विद्यार्थियों को कोर्पनिकस के सिद्धान्त पढ़ाने लग गया था।

कौन था यह विद्यार्थी? कौन था यह गणित का प्राध्यापक?

यह था : जोहान केपलर!

: ३ :

यूरोप का एक देश जर्मनी। जर्मनी के दक्षिण-पश्चिम में वाइल नगर में २७ दिसम्बर १५७१ ई० में जोहान केपलर का जन्म हुआ था। जोहान के पिता हाइनरिख तथा माता केथरिन साधारण स्थिति के लोग थे। अपने पिता के बारे में खुद जोहान ने स्पष्ट शब्दों में लिखा है,

"मेरे पिता हाइनरिख का जन्म १९ जनवरी १५४७ में हुआ था।...यूं तो वे अत्यन्त दरिद्र थे, परन्तु धनी पत्नी मिलने के कारण उनकी स्थिति कुछ बेहतर थी। उन्होंने तोप चलाने का अच्छा ज्ञान प्राप्त कर लिया था। उनके कई शत्रु थे और उनका पारिवारिक जीवन भी शान्त नहीं था। वे किसी भी एक स्थान पर, या काम पर, अधिक दिनों तक टिके नहीं रह सकते थे। अपने इसी स्वभाव के कारण वे एक बार फांसी से बाल-बाल बचे थे। उन्होंने अपना मकान बेंच कर एक होटल खोल लिया था। एक बार बारूद के धड़ाके में उनका चेहरा ही जल-भुन गया।"

अपने पिता के बारे में जोहान ने जो कुछ लिखा है वह कितना दुखदायक है ! तुम स्वयं कल्पना कर सकते हो कि ऐसे पिता के पुत्र को बचपन में क्या-क्या कष्ट सहने पड़े होंगे । तुम शायद सोचते होगे कि पिता न सही, माता से ही केपलर को प्यार जरूर मिला होगा । किन्तु तुम्हें यह जानकर आश्चर्य होगा कि मां की ओर से भी केपलर को जीवन भर सुख नहीं मिला ।

हाइनरिख और केथरिन के कुल छः बच्चे हुए । पहले तीन बच्चे बचपन में ही मर गये थे । चौथे थे, जोहान । शेष दो बच्चे, ग्रेद्खेन और क्रिस्टोफर, साधारण स्वभाव के थे ।

जोहान बाल्यावस्था से ही कमजोर और बीमार था । उसके पैर कमजोर थे और उसकी आंखें भी बहुत कमजोर थीं । वह बहुत दूर की वस्तुओं को नहीं देख सकता था । साथ ही, उसकी आंखों में कुछ ऐसी खराबी थी कि एक वस्तु उसे दो वस्तुएं दिखाई देती थीं । बचपन से ही उसे पेट का रोग था और फोड़े-फुंसियां तो जैसे उसे विरासत में मिली थीं । उसने लिखा है कि वह बहुत देर तक एक ही स्थान पर बैठा नहीं रह सकता था और उसे बार-बार उठ कर इधर-उधर टहलना पड़ता था ।

जोहान जब चार साल का था तो उसके पिता युद्ध पर चले गये थे । युद्ध से लौट कर आये तो अपनी पत्नी तथा बच्चों के साथ एक शहर से दूसरे शहर भटकते रहे । ऐसी स्थिति में भला बालक केपलर की पढ़ाई का क्या प्रबन्ध हो सकता था ? किसी स्कूल में नाम भी लिखाये तो दो-चार महीनों में पिता के कारण स्कूल छोड़ देना पड़ता । नौ से ग्यारह साल की उम्र तक तो जोहान ने किसी स्कूल का मुंह ही नहीं देखा था । बेचारे को खेतों में कड़ा काम करना पड़ता था । इसीलिए उस समय के प्राथमिक लैटिन स्कूल की तीन वर्गों की पढ़ाई पूरी करने में उसे दुगना समय लगा । इसका यह मतलब नहीं कि जोहान की बुद्धि तेज नहीं थी । पर बेचारा करता क्या ? अंत में, तेरह साल की उम्र में आडेलबर्ग के धार्मिक स्कूल में भर्ती हुआ ।

बड़े होकर केपलर ने अपने बचपन के जीवन को डायरी के रूप में लिखा है । उन्हीं के शब्दों में उनके बचपन के बारे में तुम कुछ जान लो तो अच्छा होगा,

"१५७५ में जब मैं चार साल का था तो चेचक की बीमारी से मरते - मरते बचा । मैं बहुत ही कमजोर था और मेरे हाथ भी कमजोर थे । १५७७

में अपने छठे जन्म-दिवस पर, मेरी अपनी शैतानी से मेरा एक दांत टूट गया। जब मैं चौहद-पन्द्रह वर्ष का था तो नाना प्रकार के चमड़ी के रोगों ने मुझ पर आक्रमण किया और मेरा शरीर फोड़े-फुंसियों से लद-बद था। १५७७ में ४ अप्रैल को मुझे जोर का बुखार आया।...१५८९ में जब मैं १९ साल का था तो मेरे सिर में जोर का दर्द शुरू हुआ और मेरे पैर भी लड़-खड़ाने लगे थे..."

जोहान को बचपन में, लगता है, सुख का एक दिन भी नसीब नहीं हुआ। बचपन में हमें ऐसी कोई भी असाधारण बात नजर नहीं आती जिससे यह आशा की जा सके कि वह बाद में जा कर संसार का एक महान् वैज्ञानिक बनेगा। जहां तक आकाश के ग्रह-नक्षत्रों का सम्बन्ध है, जोहान ने अपनी नौ वर्ष की आयु की केवल एक छोटी सी घटना का उल्लेख किया है,

"मेरे माता-पिता ने मुझे घर के बाहर बुलाया और चन्द्र-ग्रहण दिखाया। मुझे यह लाल रंग का दिखाई दिया।"

यह सच है कि जोहान को बचपन में सुख-सुविधाएं नहीं मिलीं, परन्तु बाद में सौभाग्य से उसे एक बहुत

अच्छे स्कूल में शिक्षा प्राप्त करने का मौका मिला। बुर्टेमबर्ग के ड्यूक ने प्रतिभावान् विद्यार्थियों के लिए एक अच्छा स्कूल खोला था। केपलर का यह सौभाग्य था कि उसे इस स्कूल में पढ़ने का अवसर मिला और बाद में ट्यूबिन्गेन विश्वविद्यालय में। बीस वर्ष की आयु में ट्यूबिन्गेन विश्वविद्यालय से उसने स्नातक की उपाधि प्राप्त की। उत्तीर्ण विद्यार्थियों में उसका नम्बर दूसरा था।

इस बीच जोहान के पिता अपने घर तथा पत्नी को छोड़ कर कहीं दूर चले गये थे। उधर ही उनकी मृत्यु हो गयी।

माँ तो झगड़ालू स्वभाव की थीं ही। वह अपने सारे रिश्तेदारों से झगड़ने लगीं, अपने पुत्र जोहान से भी। इसलिए जोहान भी मां से दूर ही रहना चाहता था।

ट्यूबिन्गेन विश्वविद्यालय से पढ़ाई समाप्त करने के बाद चार वर्ष तक जोहान धर्मशास्त्र का अध्ययन करता रहा। इसी बीच, ग्राट्ज विश्वविद्यालय से गणित तथा ज्योतिष के प्राध्यापक के लिए केपलर को निमंत्रण मिला।

ग्राट्ज आस्ट्रिया के स्टाइरिया प्रदेश की राजधानी

थी। यहां का विश्वविद्यालय कैथलिक सम्प्रदाय के अधिकार में था। १५९३ में जब वहां के गणित के प्राध्यापक की मृत्यु हुई तो ट्यूबिन्गेन विश्वविद्यालय से एक नये प्राध्यापक की मांग की गयी। विश्वविद्यालय ने केपलर का नाम सुझाया।

इस अचानक आमंत्रण से केपलर को आश्चर्य हुआ। आश्चर्य इसलिए कि केपलर एक ऐसे सिद्धांत की खुलेआम चर्चा करते थे जिसके अध्ययन और प्रचार पर ईसाई धर्म ने रोक लगा दी थी—वही कोपर्निकस का सिद्धांत। शुरू में तो उन्होंने सोचा कि यह आमंत्रण अस्वीकार कर दिया जाय। परन्तु बाद में सोच-समझ कर उन्होंने उसे स्वीकार कर लिया। १५९४ के अप्रैल महीने में केपलर ग्राट्ज पहुंचे। इस समय उनकी आयु २३ साल की थी।

उस जमाने में गणित और ज्योतिष पढ़ने वाले विद्यार्थियों की संख्या बहुत कम होती थी। इन विषयों को पढ़ने से किसी आर्थिक लाभ की आशा नहीं थी। पहले साल केपलर की कक्षा में थोड़े से विद्यार्थी थे, परन्तु दूसरे साल तो एक भी विद्यार्थी गणित और ज्योतिष पढ़ने नहीं आया! इसमें केपलर का कोई दोष नहीं था।

विश्वविद्यालय के अधिकारियों ने भी अपने नये प्राध्यापक को दोषी नहीं ठहराया। अपनी रिपोर्ट में उन्होंने कहा कि गणित पढ़ना सभी आदमियों के बस की बात नहीं है, इसलिए केपलर की कक्षा में यदि कोई विद्यार्थी न आये तो इसमें केपलर का कोई दोष नहीं। विश्वविद्यालय ने उनका वेतन कायम रखने के लिए उन्हें लैटिन काव्य पढ़ाने की सलाह दी। लेकिन उनको जो तनखाह मिलती थी वह उनकी जीविका के लिए पर्याप्त नहीं थी।

अतः ग्राट्ज में केपलर ने वार्षिक-पंचांग बनाना शुरू किया और फलित-ज्योतिष की भविष्य-पत्रिकाएं भी तैयार करने लगे। वास्तव में फलित-ज्योतिष में उनका अपना कोई विश्वास नहीं था। फलित-ज्योतिष को वे गणित-ज्योतिष की 'सौतेली पुत्री', 'भयानक अन्धविश्वास' और 'बन्दरों का खेल' ही समझते थे। उन्होंने कहा था, "फलित-ज्योतिष एक गधे की तरह है। जो आदमी गणित-ज्योतिष में रुचि रखता है और जिसका मस्तिष्क गणित की गणनाओं का अभ्यस्त होता है वह जब फलित-ज्योतिष से सामना करता है तो उसी तरह अड़ जाता है जिस तरह एक गधा। पिटाई करने पर ही वह कुछ आगे बढ़ सकता है!"

केपलर जब ग्राट्ज आये थे तो यह नहीं कहा जा सकता था कि गणित-ज्योतिष के प्रति उनकी कोई गहरी रुचि थी। परन्तु यहां आने के एक साल बाद ही उनके विचारों में गहरे परिवर्तन हुए और उन्होंने गणित और ज्योतिष को अपना जीवन अर्पित कर देने का निश्चय कर लिया।

इसी बीच ऐसी घटना हुई जो केपलर के जीवन की एक महानतम घटना मानी जा सकती है। तुम पूछोगे : कौन सी घटना ?

: ४ :

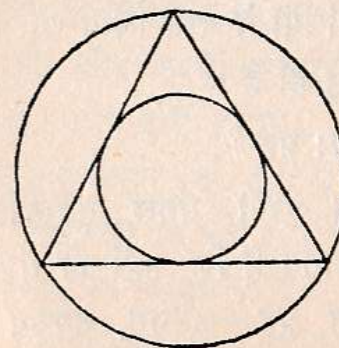
९ जुलाई १५९५।

केपलर अपनी कक्षा में विद्यार्थियों को गणित पढ़ा रहे थे। साथ ही बोर्ड पर एक ज्यामितीय आकृति खींच कर विद्यार्थियों को समझा भी रहे थे। यकायक वह रुक गये। रुके रहे। लेकिन क्यों ?

सोचो तो जरा।

उनके दिमाग में अचानक एक बात आयी। उन्हें लगा कि विश्व के रहस्य की कुंजी उन्होंने खोज ली है!

अच्छा, वह आकृति कैसी थी ?

नीचे के चित्र को देखो :

सरल-सी आकृति है। एक त्रिकोण है जिसके भीतर और बाहर वृत्त खीचे गये हैं। तुम सोचोगे : यह तो बड़ी सरल-सी आकृति है। इसमें ऐसी कौन सी बात है जिससे विश्व के रहस्यों का पता लग सके ?

इस रहस्य को समझने के लिए तुम्हें ज्योतिष के बारे में कुछ बातें जान लेनी जरूरी हैं। तो आओ, हम और तुम मिलकर उन बातों की जानकारी प्राप्त कर लें।

तुम जानते ही हो कि संसार की सबसे पहली दूरबीन गेलीलियो ने १६०९ में बनायी थी। इसके पहले आकाश के ग्रह-नक्षत्रों का परीक्षण नग्न आंखों से ही किया जाता था। नंगी आंखों से आकाश में जो कुछ दिखाई देता है उसी को वास्तविक मान लिया जाता था। नंगी आंखों से केवल छः ग्रह ही दिखाई देते हैं। इसलिए ज्योतिषियों ने मान लिया था कि सौरमण्डल में केवल छ: ग्रह ही हैं।

कौन से छ: ग्रह ?

बुध, शुक्र, पृथ्वी, मंगल, बृहस्पति और शनि। आज तो हम जानते हैं कि ग्रहों की संख्या छ: नहीं नौ है। किन्तु तीन ग्रह—युरेनस, नेपचून और प्लूटो—

केपलर के समय तक नहीं खोजे गये थे। प्लूटो ग्रह तो इसी शताब्दी में १९३० में खोजा गया है।

हां, तो प्राचीन समय के ज्योतिषियों को केवल छः ग्रहों का ही ज्ञान था। कोपर्निकस के पहले तो ज्योतिषियों की यह मान्यता थी कि पृथ्वी ही विश्व का केन्द्र है और सूर्य तथा अन्य ग्रह इसकी परिक्रमा करते हैं। परन्तु अब तुम जान ही चुके हो कि कोपर्निकस ने अपने परीक्षणों से सिद्ध कर दिया था कि पृथ्वी सौर-मण्डल का एक सामान्य ग्रह है और दूसरे ग्रहों के साथ यह भी सूर्य की परिक्रमा करती है।

केपलर के मतानुसार भी ग्रहों की संख्या छः थी।

और ये सारे ग्रह सूर्य की परिक्रमा करते हैं। अब अगला प्रश्न है—सूर्य से इन ग्रहों की दूरियां क्या हैं ? इनकी दूरियों में क्या कोई निश्चित सम्बंध है ? जैसे, यदि सूर्य और बुध की दूरी एक हो तो सूर्य और शुक्र की दूरी दो, सूर्य और पृथ्वी की दूरी तीन, और मंगल की दूरी चार और इसी प्रकार...।

परीक्षणों से देखा गया कि ग्रहों में एक दो तीन जैसी दूरियों का सरल सम्बंध नहीं है।

तो किस प्रकार का सम्बंध है ?

ठीक यही प्रश्न केपलर के दिमाग में कई महीनों

से मंडरा रहा था। उसका यह ठोस विश्वास था कि सूर्य और इन ग्रहों के बीच की दूरियों में कोई न कोई विशेष सम्बंध है। और, जब उसने किसी अन्य सवाल के लिए ऊपर की आकृति बोर्ड पर खींची, तो उसके दिमाग में ग्रहों की दूरियों का यह सवाल बिजली की तरह कौंध गया।

अब तुम उस आकृति को पुनः एक बार गौर से देखो। एक त्रिकोण और उसके भीतर और बाहर दो वृत्त। ठीक है न! अब कल्पना करो कि ये दो वृत्त किन्हीं दो ग्रहों के परिभ्रमण-पथ हैं अर्थात सौर-मण्डल के कोई दो ग्रह इन दो वृत्तों पर चक्कर लगा रहे हैं। अब कल्पना करो कि इन दो वृत्तों के बीच त्रिकोण के बजाय एक चौकोण है। निस्संदेह, वृत्त वही रहेंगे किन्तु इनका आकार बदल जायेगा। यहां पर त्रिकोण तथा चौकोण समतल आकृतियां हैं। परन्तु सोचो यदि त्रिकोण की जगह एक पिरामीड या चतुष्फलक (टेट्राहेड्रोन) और चौकोण की जगह एक घनाकृति (क्यूब) लेकर इनके भीतर और बाहर गोल खींचे जायें तो?

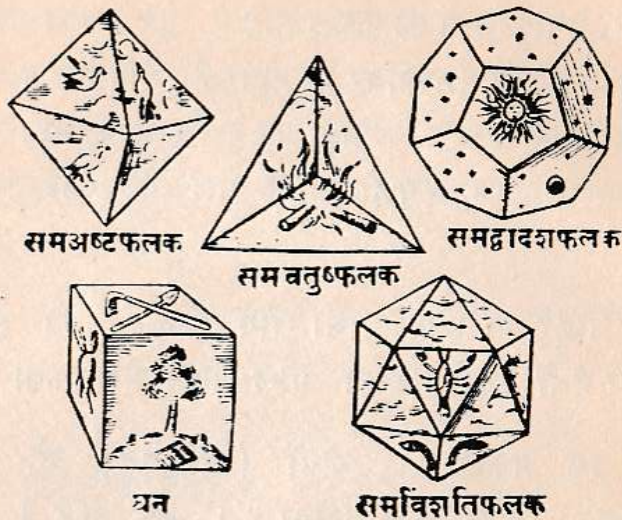
पिरामीड और घनाकृति की विशेषताएं क्या हैं? पिरामीड या चतुष्फलक में चार फलक (फेस) होते हैं

और प्रत्येक फलक एक समभुज-त्रिकोण होता है। इसी प्रकार, घनाकृति में छः फलक होते हैं और इसका प्रत्येक फलक एक वर्ग (स्क्वायर) होता है। पिरामीड और घनाकृति की दूसरी विशेषता यह है कि इनके भीतर इसे स्पर्श करता हुआ केवल एक ही गोल खींचा जा सकता है।

बाहर भी इनके सभी शीर्ष बिन्दुओं को स्पर्श करता हुआ केवल एक ही गोल खींचा जा सकता है।

इस प्रकार के ठोसों (सॉलिड्स) को सम (रेगुलर) ठोस कहा जाता है। अब प्रश्न है, इस प्रकार के समठोसों की कुल संख्या कितनी है? केपलर से लगभग १८०० वर्ष पहले यूनानी गणितज्ञों को यह पता था कि समठोसों की संख्या केवल पांच ही है। उनके नाम हैं:

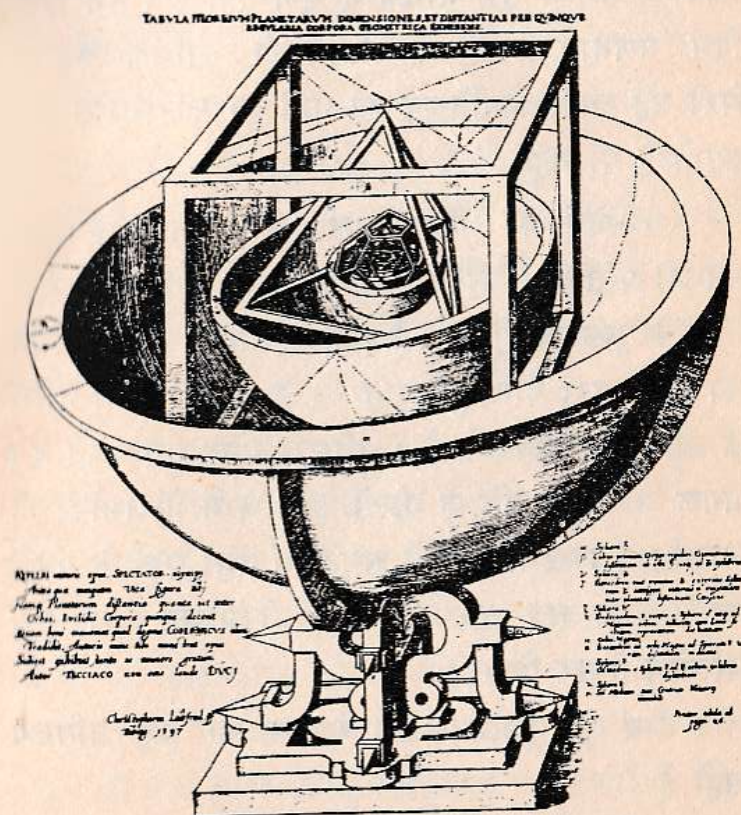
१. पिरामीड या सम-चतुष्फलक (टेट्राहेड्रोन)
२. घन (क्यूब)
३. समअष्टफलक (ओक्टाहेड्रोन)
४. समद्वादशफलक (डोडेकाहेड्रोन)
५. समविंशतिफलक (आइकोसाहेड्रोन)

इनकी आकृतियां नीचे दी गयी हैं,

पांच समठोस और छः ग्रह ।

आई कोई बात समझ में ? नहीं ? तो देखो केपलर के दिमाग में कौन-सी बात कौंध गयी । उसने उस समय तक ज्ञात छः ग्रहों और इन पांच ठोसों का सम्बन्ध निम्न प्रकार से जोड़ा,

शनि का गोल::घन::बृहस्पति का गोल::समचतुष्फलक ::मंगल का गोल::समद्वादशफलक::पृथ्वी का गोल::समविंशतिफलक::शुक्र का गोल::समअष्टफलक ::बुध का गोल ।

छः ग्रह और पांच समठोस । सचमुच ही क्या

यह एक रहस्य नहीं है कि केवल पांच ही समठोस हों और केवल छः ही ग्रह हों । केपलर के ही क्या, किसी भी आदमी के लिए यह सम्बंध रहस्य-सा होना चाहिए । केपलर का यह विश्वास था कि ईश्वर एक बहुत बड़ा गणितज्ञ है । इसलिए उसने सोचा कि ईश्वर ने केवल छः ग्रहों का ही निर्माण किया है और इनकी

केपलर के सौरमंडल का प्रतिरूप

दूरियों का सम्बंध पांच समठोसों के आधार पर निर्धारित किया है ।

केपलर की खुशी का क्या कहना । उन्होंने स्वयं कहा है, "इस खोज से मुझे जो खुशी हुई है उसे शब्दों में प्रकट नहीं किया जा सकता । मैंने जो समय बर्बाद किया है उसका मुझे तनिक भी दुख नहीं है । मैंने रात-दिन गणनाएं करके यह जानने की कोशिश की कि मेरी यह खोज कोर्पनिकस की ग्रहों की कक्षाओं से मेल खाती है या नहीं ।"

समठोसों के आधार पर केपलर ने सौरमण्डल का जो प्रतिरूप (मॉडल) तैयार किया, उसकी आकृति पीछे के पृष्ठ पर दी गयी है । सबसे बाहर का गोल शनि का है । दूसरा गोल बृहस्पति का है । इन दोनों गोलों के बीच एक घनाकृति है । तीसरा गोल मंगल का है । मंगल और बृहस्पति के गोलों के बीच में पिरामीड की आकृति है । इसी क्रम से समठोसों तथा ग्रहों के गोलों का सम्बन्ध जोड़ कर केपलर ने सौरमण्डल का एक प्रतिरूप तैयार किया ।

अब तुम पूछोगे—क्या केपलर का यह प्रतिरूप सही है ?

नहीं । केवल छः ग्रहों के आधार पर बनाया गया

यह प्रतिरूप कैसे सही हो सकता है जब कि आज हम भली भांति जानते हैं कि सौरमण्डल में छः नहीं बल्कि नौ ग्रह हैं ? इसके अतिरिक्त, किसी समय मंगल और बृहस्पति के बीच एक और ग्रह था जो विखण्डित हो गया है । आज छोटे-छोटे ग्रहों के रूप में मंगल और बृहस्पति की कक्षाओं के बीच इस ग्रह के अवशेष देखने को मिलते हैं ।

किन्तु केपलर का यह अटूट विश्वास था कि उसने जो कुछ खोजा है वह सही है और ईश्वर की योजना के अनुसार है । आगे के कुछ वर्षों तक केपलर अपनी इस खोज को एक पुस्तक में लिखता रहा जो १५९० में प्रकाशित हुई । जानते हो उस पुस्तक का नाम क्या था ?

उस पुस्तक का नाम था : 'मिस्टेरियम काज्मोग्राफिकम्' अर्थात् 'ब्रह्माण्ड का रहस्य' ।

केपलर की मान्यता थी कि उसने ब्रह्माण्ड के रहस्य को जान लिया है । परन्तु सच तो यह है कि उसने जो कुछ खोजा था वह सही नहीं था । इसके यह माने नहीं हैं कि केपलर ने ब्रह्माण्ड के रहस्य की खोज नहीं की है । उसने सचमुच ब्रह्माण्ड के रहस्य की खोज की है, परन्तु उसकी यह खोज तुम आगे पढ़ोगे ।

: ५ :

१५९७ में केपलर की पुस्तक 'ब्रह्माण्ड का रहस्य' जब प्रकाशित हुई तो उसकी आयु २६ साल की थी। इसी वर्ष केपलर के जीवन में और एक महत्वपूर्ण घटना घटी।

कौन-सी घटना ?

इसी साल केपलर का विवाह हुआ। पत्नी का नाम था—बार्बरा म्युलेक। बार्बरा की आयु २३ साल की थी और इससे पहले उसके दो विवाह हो चुके थे। वह एक धनी मिल-मालिक की पुत्री थी। इस विवाह के लिए केपलर के कई मित्रों ने जोर दिया था। अन्त में २७ अप्रैल १५९७ में बार्बरा के साथ केपलर का विवाह सम्पन्न हुआ। संयोग की ही बात समझो कि इसी दिन उसे अपनी प्रकाशित पुस्तक की प्रतियां देखने को मिलीं।

तुम जानना चाहोगे कि केपलर का विवाहित जीवन कैसा था। तो केपलर के ही शब्दों में सुनो,

"वह (बार्बरा) मूर्ख थी। हमेशा बीमार रहती

थी। वह कुछ भी नहीं पढ़ती थी, कहानियां भी नहीं। बस रात-दिन प्रार्थना की पुस्तक को ही लिये रहती थी। वह हमेशा बीमार रहती थी इसलिए उसकी याददाश्त भी कमजोर थी। मैं जब उसे याद दिलाता या किसी बात की सलाह देता तो वह क्रोध से पागल हो जाती थी; परन्तु मैं इस बात का प्रयत्न करता कि वह किसी तरह शान्त रहे।"

ऐसी थी केपलर की पत्नी ! केपलर को इतना पर्याप्त वेतन नहीं मिलता था कि वह अपने परिवार का खर्च आसानी से चला सके। कभी-कभी जब वेतन मिलने में देर हो जाती और केपलर अपनी पत्नी से पैसा मांगते तो वह बौखला उठती थी। केपलर को अपने पैसे वह छूने तक नहीं देती थी ! दूसरी ओर, वह अपने बच्चों पर बड़ी उदारता से खर्च करती थी। विवाह के नौ महीने बाद ही केपलर के एक बच्चा हुआ जो दो महीने बाद ही मर गया। दूसरी लड़की भी तीन महीने बाद मर गयी। इसके बाद बार्बरा के और तीन बच्चे हुए जिनमें से एक लड़का और एक लड़की ही जीवित रह सके !

विवाह के चौदह वर्षों बाद बार्बरा की मृत्यु हुई। मृत्यु के समय उसकी आयु ३७ वर्ष थी।

स्पष्ट ही है कि दाम्पत्य-जीवन में भी केपलर को सुख नसीब नहीं हुआ। पत्नी से भी सुख नहीं मिला और पांच बच्चे पैदा हुए तो उनमें से तीन बचपन में ही चल बसे। फिर भी, केपलर ने हिम्मत नहीं हारी। उसे विश्वास था कि दुनिया उसके आविष्कारों की कदर करेगी और उसे एक न एक दिन जरूर सम्मान प्राप्त होगा।

हम तुम को ऊपर बता आये हैं कि १५९७ में 'ब्रह्माण्ड का रहस्य' पुस्तक प्रकाशित हुई। केपलर ने इस पुस्तक की अनेक प्रतियां यूरोप के प्रसिद्ध वैज्ञानिकों को भेजीं। इन वैज्ञानिकों में दो के नाम विशेष रूप से उल्लेखनीय है—गेलीलियो और टाइको द ब्राहे। गेलीलियो के बारे में तुम पहले ही पढ़ चुके हो। परन्तु मेरा विश्वास है कि टाइको द ब्राहे का नाम तुम्हारे लिए नया है। परन्तु यह जान लो कि यदि केपलर टाइको द ब्राहे के सम्पर्क में न आते तो वह अपनी भविष्य की महत्वपूर्ण खोजें न कर पाते। इसलिए यह जरूरी है कि तुम टाइको द ब्राहे के बारे में कुछ जरूरी बातें समझ लो।

केपलर का जन्म एक गरीब घर में हुआ था, परन्तु टाइको द ब्राहे ने एक बहुत धनी परिवार में

जन्म लिया था। उसका जन्म १५४६ ई० में हुआ था, इसका अर्थ यह है कि टाइको केपलर से २४ साल बड़ा था। टाइको की प्रारंभिक शिक्षा भी बड़ी शान से हुई थी। कोपनहेगन के प्रसिद्ध विश्वविद्यालय में उसे राजनीति पढ़ने का अवसर मिला था, परन्तु टाइको अपना अधिकतर समय ज्योतिष पढ़ने में ही लगाता था। उसने स्वयं कुछ ज्योतिष-यंत्र भी तैयार कर लिये थे जिनसे वह आकाश के ग्रह-नक्षत्रों का परीक्षण करता था। एक घटना ने तो टाइको के जीवन के मार्ग को ही बदल दिया और उसे सारे यूरोप में एक महान् ज्योतिषी के रूप में प्रसिद्धि मिली।

कौन-सी घटना ?

यूनान के दार्शनिक प्लेटो (४२९-३४८ ई० पू०) और अरिस्टोटल (३८४-३२२ ई० पू०) का यह विश्वास था कि आकाश आठ गोलों में बंटा हुआ है। केन्द्र में पृथ्वी है और सबसे बाहर के आठवें गोले (आकाश) में स्थिर तारे हैं। बीच के गोलों (आकाशों) में सूर्य, चन्द्र तथा अन्य ग्रह हैं। तारों वाले आठवें आकाश के बारे में प्राचीन ज्योतिषियों की धारणा थी कि यह हमेशा ही स्थिर रहता है, इसमें किसी भी प्रकार का कोई परिवर्तन नहीं होता। विश्व की उत्पत्ति

के दिन से ही यह कल्पित आठवां आकाश स्थिर माना गया था ।

परन्तु, ११ नवम्बर १५७२ को आकाश में एक अद्‌भुत घटना घटी । टाइको प्रयोगशाला से घर लौट रहे थे । यकायक उन्होंने शुक्र से भी तेज एक तारा आकाश में देखा । यह दृश्य इतना अद्‌भुत था कि टाइको को पहले तो अपनी आंखों पर विश्वास ही नहीं हुआ । सामान्यतः सूर्य और चंद्र के बाद आकाश में ऐसा कोई ग्रह-नक्षत्र नहीं है जो शुक्र ग्रह से अधिक तेज चमकता हो । परन्तु यह नया तारा तो शुक्र से भी अधिक चमकीला दिखाई दे रहा था । शर्मिष्ठा (केसियोपिया) नक्षत्र-मण्डल में एक ऐसे स्थान पर यह तारा प्रकट हुआ था जहां पहले कोई तारा नहीं था । टाइको के अलावा दूसरे ज्योतिषियों ने भी इस तारे को देखा था । पूरे नवम्बर महीने में यह चमकीला बना रहा । इतना चमकीला कि यह दिन के समय में भी दिखाई देता था । दिसम्बर महीने में इसकी चमक कुछ धीमी पड़ने लगी परन्तु यह उसी एक स्थान पर लगभग १८ महीने तक टिका रहा ।

लोगों ने और ज्योतिषियों ने भी पहले कभी इस तरह का अद्‌भुत दृश्य आकाश में नहीं देखा था । हां,

इस तरह के तारे के प्रकट होने का उल्लेख यूनान के ज्योतिषी हिप्पार्कस (ईसा पूर्व दूसरी शताब्दी) ने किया था, परन्तु यह घटना ईसा पूर्व १२५ की थी । इतनी प्राचीन घटना में कौन विश्वास करता है ? और फिर, यूनान के दूसरे दार्शनिकों ने तो कह ही रखा था कि तारों के आठवें आकाश में कोई नयी घटना नहीं घटित हो सकती । ऐसी हालत में हिप्पार्कस के नये तारे में भला कौन विश्वास करता ?

परन्तु, ११ नवम्बर १५७२ को जो नया तारा आकाश में प्रकट हुआ था, उसे हर कोई अपनी आंखों से देख सकता था । अविश्वास करने की कोई गुंजाइश नहीं थी ।

सभी के सामने एक ही प्रश्न था—यह नया तारा क्या है ? यदि यह तारों वाले आठवें आकाश में प्रकट हुआ है, तो प्लेटो, अरिस्टोटल तथा ईसाई धर्म की मान्यताएं झूठी ठहरती हैं । जो भी हो, ज्योतिषियों का यह कर्तव्य था कि वे इस नये तारे के बारे में खोज करें ।

तारा वास्तव में क्या होता है ? ग्रह, धूमकेतु तथा उल्का से एक स्थिर तारे में यही फर्क होता है कि यह 'स्थिर' होता है । बस, यदि इसमें कोई गति है तो वह

है पृथ्वी की दैनन्दिन गति से आकाश के तारों में दिखाई देनेवाली दैनन्दिन सहगति। आकाश में जब नया तारा प्रकट हुआ तो यूरोप के सारे ज्योतिषी यह जानने के लिए उतावले हुए कि यह तारा 'स्थिर' है या नहीं। यदि यह स्थिर है तो यह स्वीकार करना पड़ेगा कि यह एक वास्तविक तारा है।

टाइको द ब्राहे अपने नये यंत्रों को लेकर इस तारे की खोज में जुट गया। उसने एक नया यंत्र बनाया जिसे आज हम 'सेक्सटेंट' के नाम से जानते हैं। अनेक महीनों के सूक्ष्म परीक्षण से टाइको ने अन्त में यह सिद्ध कर दिखाया कि आकाश की यह नयी ज्योति वास्तव में एक तारा ही है। जिन ज्योतिषियों ने उसे धूमकेतु समझा उन्हें टाइको ने 'अंधे ज्योतिषियों' की उपाधि दी।

अपने परीक्षणों के विवरण को ब्राहे ने एक पुस्तक में प्रकाशित किया। इस पुस्तक का नाम था—'द स्टेलानोवा' अर्थात् एक नवतारा। इस पुस्तक में बहुत-सी अन्य बातों का भी विवरण है, परन्तु इसके २७ पृष्ठों में टाइको के परीक्षणों तथा उन यंत्रों का विशद विवरण है जिनसे उसने इस तारे का परीक्षण किया था।

टाइको की यह खोज ज्योतिष के इतिहास में एक महत्वपूर्ण घटना है। इस तारे ने शताब्दियों पुरानी मान्यताओं को चकनाचूर कर दिया। अरिस्टोटल का 'आठवां आकाश' और उसके स्थायी तारे लुप्त हो गये। अब लोगों ने स्वयं अपनी आंखों से देखा कि ईश्वर के बनाये हुए इस काल्पनिक आठवें आकाश के तारे ही सब कुछ नहीं हैं। आकाश में नये तारे भी जन्म ले सकते हैं। ब्राहे ने यह तो सिद्ध कर दिखाया कि आकाश की यह नयी वस्तु एक तारा है; परन्तु इस 'तारे' के भौतिक गुणधर्मों के बारे में उसे कुछ भी जानकारी नहीं थी। आज हम इस प्रकार के तारों को नवतारा (नोवा) कहते हैं।

: ६ :

नये तारे की तरह यूरोप के ज्योतिष-आकाश में भी अब, ब्राहे के रूप में, एक नया तारा जगमगा उठा था। ब्राहे की कीर्ति डेनमार्क के राजा फ्रेडरिक द्वितीय के कानों तक पहुंची। फ्रेडरिक ने ब्राहे को अपने दरबार में आमंत्रित किया। फ्रेडरिक चाहते थे कि ब्राहे उनके दरबार का राज-ज्योतिषी बने। वे उसे सब सुख-सुविधाएं देने को तैयार थे। पहले तो ब्राहे आनाकानी करते रहे; परन्तु बाद में उन्होंने फ्रेडरिक के दरबार का राज-ज्योतिषी होना स्वीकार कर लिया। २३ मई १५६६ की राजघोषणा के अनुसार हीव द्वीप ब्राहे को दान कर दिया गया और वहां एक वेधशाला का निर्माण करने के लिए राजकोष से उन्हें धन दिया गया। यह वेधशाला 'उरानीबर्ग की वेधशाला' के नाम से प्रसिद्ध हुई।

उरानीबर्ग की वेधशाला में ग्रह-नक्षत्रों के परीक्षणों के लिए ब्राहे ने नाना प्रकार के ज्योतिष-यंत्रों का निर्माण किया। उनका उद्देश्य था : चंद्र, ग्रह तथा तारों

की दैनन्दिन गति का सही-सही लेखा-जोखा अंकित कर लेना। ब्राहे ग्रह-नक्षत्रों का वेध बड़ी सूक्ष्मता से करते थे। उन्होंने आकाश के ७७७ तारों की गतिस्थिति का सूक्ष्म लेखा-जोखा तैयार किया। ब्राहे से पहले इतनी बारीकी से तारों का अध्ययन किसी दूसरे ने नहीं किया था।

ब्राहे सतत २० वर्षों तक उरानीबर्ग की वेधशाला में तारों की गति-स्थिति का अध्ययन करते रहे। इस समय ब्राहे की आयु ५१ साल की हो चुकी थी। इसके बाद राजा से मतभेद हो जाने के कारण उन्होंने उरानीबर्ग छोड़ दिया। कुछ समय तक इधर-उधर भटकते रहने के बाद वह जून १५९९ में प्राग नगर पहुँचे। प्राग सम्राट रुडोल्फ द्वितीय की राजधानी थी। रुडोल्फ ने ब्राहे को अपना राज-गणितज्ञ नियुक्त किया।

तुम्हें याद होगा कि अभी तक हमारे केपलर भी ग्राट्ज में ही थे। ग्राट्ज में उनके बहुत से विरोधी पैदा हो गये थे। स्वयं केपलर भी अब वहां रहना नहीं चाहते थे। वह ब्राहे की प्रसिद्धि सुन चुके थे। उन्हें अपनी पुस्तक भी भेज चुके थे। अब वह ब्राहे के सूक्ष्म परीक्षणों के बारे में सोचने लगे। वह सोचने लगे कि

यदि उन्हें ब्राहे के परीक्षणों का अध्ययन करने का अवसर मिले तो वह ग्रहों की गतियों के लिए नियम खोजने के मार्ग पर आसानी से आगे बढ़ सकते हैं। वह ब्राहे को पत्र लिखने लगे। ब्राहे भी चाहते थे कि उन्हें केपलर जैसा सहायक मिल जाय। उन्होंने ९ दिसम्बर १५९९ को केपलर को लिखा,

"मुझे सम्राट ने बड़े आदर से यहां बुलाया है और अपना राज-ज्योतिषी नियुक्त किया है। मैं चाहता हूँ कि तुम भी यहां चले आओ। तुम मुझे अपने मित्र के रूप में पाओगे। यहां पर तुम्हारी तथा तुम्हारे परिवार की सुख-सुविधा की व्यवस्था हो जायगी।"

केपलर तो ब्राहे से मिलने के लिए पहले से ही उतावले थे। ब्राहे का यह पत्र ग्राट्ज पहुँचने के पहले ही वह उनसे मिलने प्राग की ओर चल पड़े। ब्राहे की वेधशाला प्राग के उत्तर में २२ मील दूर बेनाटेक के किले में थी। ब्राहे को जब पता चला कि केपलर प्राग पहुँच गये हैं तो उन्होंने केपलर को लिखा,

"फौरन बेनाटेक चले आओ। अतिथि बन कर मत आओ। आकाश के अवलोकन के लिए सहयोगी और मेरे एक अभिन्न मित्र बनकर आओ।"

हां, सहयोगी और अभिन्न मित्र। इसे संयोग ही समझो कि ब्राहे ने उरानीबर्ग छोड़ दिया था और केपलर ने ग्राट्ज। यदि इन दो महापुरुषों की भेंट न होती तो पता नहीं आज ज्योतिषशास्त्र किस हालत में होता। हम यह दावे के साथ कह सकते हैं कि यदि केपलर और ब्राहे की भेंट न होती तो हमें केपलर से ग्रहों की गति के नियम न प्राप्त होते! और, यदि केपलर के नियम न्यूटन को ज्ञात न होते तो हमें गुरुत्वाकर्षण का महान् सिद्धान्त भी न मिलता!

४ फरवरी १६०० ई०।

सोलहवीं शताब्दी का अन्तिम वर्ष। स्थान : प्राग से २२ मील दूर बेनाटेक का प्रसिद्ध किला। टाइको द ब्राहे ने रुडोल्फ द्वितीय की सहायता से यहां पर एक वेधशाला का निर्माण किया है। ४ फरवरी को टाइको और केपलर की पहली बार भेंट होती है।

अगस्त १५९९ में ब्राहे बेनाटेक पहुँचे थे। छः महीने बाद फरवरी १६०० में केपलर वहां पहुंचे। ब्राहे की आयु ५३ साल की थी और केपलर की २९ साल की। दोनों में २४ वर्षों का अन्तर! ब्राहे धनी परिवार में पैदा हुए थे तो केपलर एक दरिद्र घर में। ब्राहे डेनिश थे तो केपलर मिश्रित जाति के। हर बात

को लेकर उनमें असमानता थी। यही कारण है कि आये दिन दोनों में टकराव हो जाता था।

परन्तु दोनों का उद्देश्य एक ही था। वह उद्देश्य था, आकाश के रहस्यों का उद्घाटन। दोनों ही एक नये विश्व के सह-निर्माता थे।

केपलर ने बेनाटेक में पहुंचने के बाद नये सिरे से काम शुरू किया। उन्हें सबसे अधिक विकट ग्रह मंगल के परीक्षण का काम सौंपा गया। उन्होंने यह दावा किया था कि वह केवल आठ दिनों में मंगल की गतियों की समस्याओं को सुलझा कर रख देंगे। तब केपलर को क्या पता था कि आठ दिन आठ वर्षों में बदल जायेंगे। परन्तु आठ वर्ष मंगल से संघर्ष करते हुए केपलर ने जिन सिद्धांतों को जन्म दिया वे न केवल मंगल, बल्कि सभी ग्रहों तथा उपग्रहों की समस्याओं को सुलझा कर रख देते हैं।

केपलर तथा ब्राहे की मान्यताओं में एक बहुत बड़ा मौलिक अंतर था। ब्राहे कोपर्निकस की कदर करते थे, परन्तु उनको विश्वास नहीं होता था कि पृथ्वी जैसा भारी पिण्ड भी सूर्य की परिक्रमा कर सकता है। दूसरी ओर, केपलर का यह पक्का विश्वास था कि कोपर्निकस के सिद्धांत सही हैं। अब उन्हें केवल एक

काम करना था। उन्हें देखना था कि कोपर्निकस का यह सिद्धांत ग्रहों के सूक्ष्म परीक्षणों की कसौटी पर सही उतरता है या नहीं। ग्रहों के परीक्षणों में केवल ब्राहे ही उनकी मदद कर सकते थे। ब्राहे के परीक्षणों पर उनका अटूट विश्वास था। बेनाटेक पहुंचने के कुछ दिनों बाद ही केपलर ने ब्राहे के बारे में लिखा था,

"टाइको के पास ग्रह-नक्षत्रों के सर्वोत्तम परीक्षण हैं और इस प्रकार आकाश का एक नया भवन खड़ा करने के लिए उनके पास परिपूर्ण सामग्री है। उनके पास अच्छे यंत्र हैं, अच्छे सहायक हैं, यदि कोई कमी है तो उस वास्तुविद की जो अपनी डिजाइन के अनुसार एक नया भवन खड़ा कर सकता है। उनके मार्ग में यदि कोई बाधक चीज है तो वह है घटनाओं की बहुलता तथा विविधता। सत्य इतना गहन है कि उसे आसानी से खोजा नहीं जा सकता। और फिर, ब्राहे अब वृद्ध हो चले हैं, उसकी शक्ति क्षीण होने लगी है।"

केवल १८ महीने तक केपलर और ब्राहे का साथ रहा। २४ अक्टूबर १६०१ में ब्राहे की मृत्यु हो गयी।

६ नवम्बर १६०१ को सम्राट ने केपलर को ब्राहे का उत्तराधिकारी नियुक्त किया।

अब केपलर राज-गणितज्ञ घोषित कर दिये गये!

: ७ :

केपलर १६०१ से १६१२ तक, सम्राट रुडोल्फ द्वितीय की मृत्यु के समय तक, प्राग में राज-गणितज्ञ बने रहे। १२ वर्षों का यह काल केपलर के जीवन का सब से महत्वपूर्ण काल था। इसी काल में उन्होंने गृहों की गति के बारे में अपने प्रसिद्ध नियम खोज कर ज्योतिष-शास्त्र को एक नया स्तर प्रदान किया।

केपलर के नियम ज्योतिष सम्बंधी उन सभी धारणाओं का खण्डन करते हैं जो प्राचीन यूनानी काल से लगभग दो हजार वर्षों तक लोग मानते आये थे।

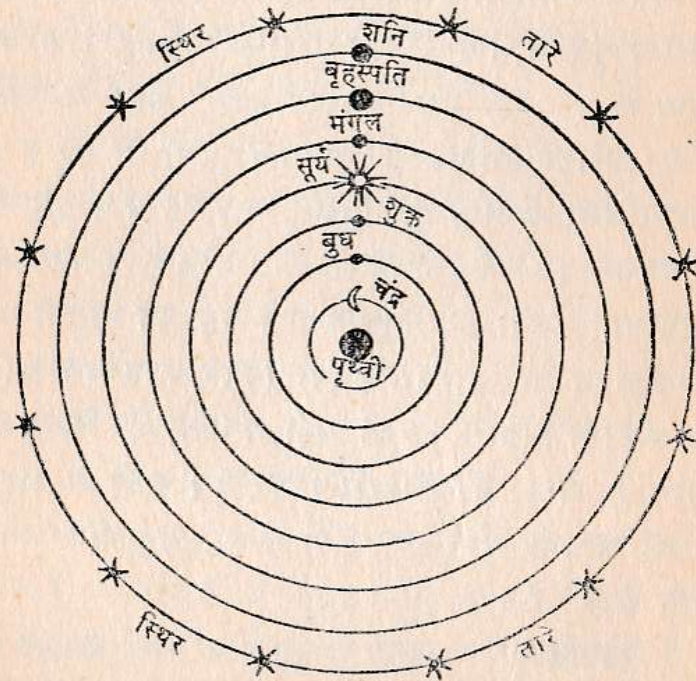
प्राचीन यूनानियों का यह विश्वास था कि प्रकृति के सभी नियम सरल होने चाहिए। प्रसिद्ध यूनानी दार्शनिक अरिस्टोटल (३८४-३२२ ई. पू.) कहा करते थे कि प्रकृति में ऐसी कोई भी बात नहीं होती जो निरर्थक हो। उनका विश्वास था कि विश्व एक विशाल गोल है। विश्व में जो कुछ भी है वह सभी इस गोले के भीतर है। इस गोले के बाहर कुछ भी नहीं है। विश्व के केन्द्र में पृथ्वी है जो स्थिर है। पृथ्वी के बाहर

जल, वायु, अग्नि, चन्द्र, सूर्य तथा ग्रहों के गोल हैं। सबसे अंतिम गोल है, स्थिर तारों का।

केपलर के समय तक, यानी लगभग दो हजार वर्षों तक, आकाश के बारे में अरिस्टोटल की ये धारणाएं पत्थर की लकीर समझी जाती रहीं !

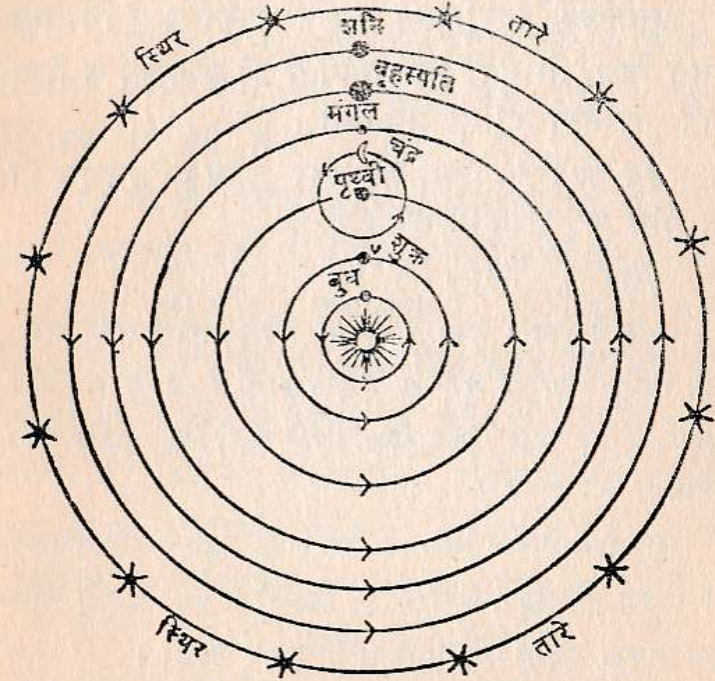
आकाश सम्बन्धी यूनानी विचारकों की मान्यताओं को एक सूत्र में बांध कर सिकन्दरिया (अलेक्जेन्ड्रिया) के प्रसिद्ध ज्योतिषी टॉलमी ने एक ग्रंथ तैयार किया जिसका यूनानी भाषा में अर्थ होता है—'संग्रह'। अरबी भाषा में भी यह ग्रंथ अनूदित हुआ। बाद में जब इसका लैटिन भाषा में अनुवाद हुआ तो यह ग्रंथ 'अल्मजिस्त' के नाम से प्रसिद्ध हुआ। यह ग्रंथ टॉलमी ने लगभग १४० ई० में लिखा था। टॉलमी ने प्राग्चक्रों (एपीसाइकल्स) के आधार पर ग्रहों की गतियों का स्पष्टीकरण किया था। यह स्पष्टीकरण काम-चलाऊ ही था, अन्यथा टॉलमी की भी यही मान्यता थी कि पृथ्वी विश्व के केन्द्र में है और स्थिर है। पृथ्वी के बाहर क्रमशः चन्द्रमा, बुध, शुक्र, सूर्य, मंगल, बृहस्पति और शनि के घेरे हैं।

कोपर्निकस के समय तक, और अब केपलर के समय तक भी, यूरोप में चारों ओर टॉलमी के सिद्धान्त

का ही बोलबाला था। कोपर्निकस के सूर्य-केन्द्र वाले सिद्धान्त को अभी तक पूरी मान्यता नहीं मिली थी। वास्तव में, कोपर्निकस के सिद्धान्त में भी अनेक दोष थे। कोपर्निकस के सिद्धान्त की सबसे बड़ी विशेषता यही थी कि उन्होंने पृथ्वी के स्थान पर सूर्य को विश्व का केन्द्र माना। उनके सिद्धान्त के अनुसार विश्व के केन्द्र में सूर्य स्थिर है। सूर्य के चारों ओर क्रमशः बुध, शुक्र, पृथ्वी, मंगल, बृहस्पति और शनि ग्रह परिक्रमा करते

यूनानी तथा मध्ययुग के ज्योतिषियों के अनुसार विश्व की योजना

हैं। इन सबके बाहर स्थिर तारों का आकाश है। कोपर्निकस ने यह भी प्रतिपादित किया था कि जिस प्रकार पृथ्वी सूर्य की परिक्रमा करती है उसी प्रकार चंद्रमा पृथ्वी की परिक्रमा करता है।

यहां तक तो कोपर्निकस का सिद्धान्त सही था। अब प्रश्न है—हमारी पृथ्वी सहित ये सारे गृह किस मार्ग में सूर्य की परिक्रमा करते हैं?

यूनानी दार्शनिक अरिस्टोटल तो कह ही चुके थे

कोपर्निकस के अनुसार विश्व की योजना

कि आकाश के सारे पिण्ड वृत्त-मार्ग में पृथ्वी की परिक्रमा करते हैं। वास्तव में, अरिस्टोटल को इस विश्व में सभी कुछ वृत्तमय दिखायी देता था। दूसरे लोग भी अरिस्टोटल का ही अनुकरण करने लगे। ईसाई धर्म भी अरिस्टोटल के सिद्धान्त का ही समर्थक था। और फिर, आकाश के पिण्डों के लिए वृत्त-मार्ग के अलावा अन्य कोई मार्ग क्या हो सकता है? वृत्त की कल्पना एक सहज और स्वाभाविक कल्पना थी।

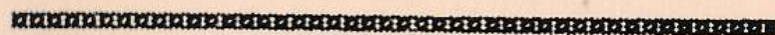
इसीलिए, कोपर्निकस ने जब अपना नया सिद्धान्त प्रस्तुत किया तो गृहों तथा उपगृहों की कक्षाओं के लिए उसने वृत्त-मार्ग को ही अपनाया।

अब प्रश्न है—क्या गृह और उपग्रह सचमुच ही वृत्त-मार्ग पर परिक्रमा करते हैं?

उत्तर है: नहीं।

तुम पूछोगे: हमारी पृथ्वी और अन्य ग्रह ठीक-ठीक किस मार्ग में सूर्य की परिक्रमा करते हैं? और फिर, हमारा चंद्र ठीक-ठीक किस मार्ग में पृथ्वी की परिक्रमा करता है?

तुम्हारे इन प्रश्नों का उत्तर मैं नहीं, स्वयं केपलर देंगे। वह ही पहले व्यक्ति थे जिन्होंने इन प्रश्नों तथा अन्य अनेक प्रश्नों का सही-सही उत्तर दिया।

तो आओ हम पुनः केपलर की वेधशाला में चलें।

: ८ :

नयी शताब्दी, सत्रहवीं शताब्दी, का पहला वर्ष। ज्योतिष के आकाश का एक बहुत बड़ा नक्षत्र—टाइको द ब्राहे—लुप्त हो गया है।

तो क्या हुआ? टाइको अपनी अमूल्य सम्पत्ति, अपने परीक्षण तथा अपने ज्योतिष-उपकरण केपलर के लिए छोड़ गया है। ब्राहे के बाद केपलर राज-गणितज्ञ नियुक्त हो गये।

वास्तव में, केपलर को राज-गणितज्ञ होने से उतनी प्रसन्नता नहीं थी जितनी कि टाइको की धरोहर को हासिल करने से। इस बात में कोई सन्देह नहीं कि यदि केपलर ब्राहे के सम्पर्क में न आते और ब्राहे की धरोहर उनके हाथ न लगती, तो वे ग्रहों सम्बंधी अपने नियमों की खोज न कर पाते। प्रथम दो नियमों की खोज करने के बाद १६०९ में केपलर ने जो पुस्तक प्रकाशित की उसके मुखपृष्ठ का शीर्षक था,

नया ज्योतिषशास्त्र

या

जिसकी खोज मंगल ग्रह की गति के
अध्ययन से हुई है
और
जो महान टाइको ब्राहे के परीक्षणों पर
आधारित है

शीर्षक से ही स्पष्ट होता है कि केपलर का यह 'नया ज्योतिष' मंगल ग्रह की गति के अध्ययन से तथा टाइको द ब्राहे के परीक्षणों पर आधारित है। टाइको ने कहा था, "केवल मंगल की गति के अध्ययन से ही ज्योतिष-शास्त्र के रहस्यों का उद्‌घाटन सम्भव है। मंगल अपनी विचित्र गति के कारण सभी ज्योतिषियों को छकाता आया है।"

मंगल में ही ग्रहों की गति का रहस्य छिपा हुआ था। इसलिए तरुण केपलर ने उसी पर आक्रमण करना आरम्भ किया। मंगल को यूरोपीय भाषाओं में 'मार्स' कहते हैं। यूनानी आख्यानों के अनुसार 'मार्स' युद्ध का देवता था।

केपलर 'युद्ध के देवता' से युद्ध करने लगे। उनके शस्त्र थे : टाइको द ब्राहे के ज्योतिष-यंत्र, अनुभव तथा ब्राहे के सूक्ष्म परीक्षण।

विजय किसकी हुई ? युद्ध के देवता मार्स (मंगल) की या केपलर की ?

अन्त में विजय केपलर की ही हुई। उन्होंने न केवल मंगल पर बल्कि दूसरे सारे ग्रहों पर विजय प्राप्त कर ली।

कैसी विजय ?

केपलर ने इन सारे ग्रहों, इन ग्रहों की गतियों, को तीन नियमों में बांध दिया।

मैं जानता हूं कि तुम इन नियमों को जानने के लिए बेहद उतावले हो। तो सुनो। केपलर का पहला नियम है,

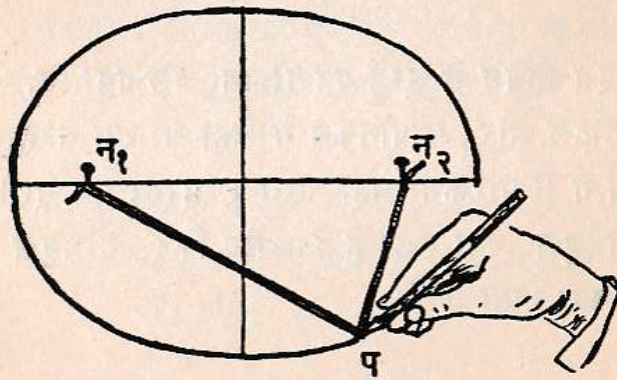
"ग्रह सूर्य की परिक्रमा वृत्त मार्ग में नहीं, बल्कि दीर्घवृत्त (इलिप्स) मार्ग में करते हैं और सूर्य इस दीर्घवृत्त की एक नाभि (फोकस) पर स्थित होता है।"

इस नियम से तुम्हें यह तो पता चल गया कि, जैसा अरिस्टोटल और कोपर्निकस ने कहा था उस तरह, ग्रह वृत्त मार्ग में परिक्रमा नहीं करते। परन्तु तुम पूछोगे : यह दीर्घवृत्त क्या बला है ? और फिर, दीर्घवृत्त की नाभि क्या होती है ?

: ६ :

दीर्घवृत्त भी एक वक्र है। जैसा कि नाम से पता चलता है यह वृत्त जैसा ही होता है, परन्तु कुछ दीर्घ अर्थात अण्डाकार होता है।

तुम कहोगे—वृत्त खींचना तो हमें आता है, परन्तु दीर्घवृत्त कैसे खींचा जायगा ?

तो सुनो। लेकिन पहले एक धागा, एक कागज, दो पिन और एक पेन्सिल अपने पास ले लो। कागज पर, मान लो कि डेढ़ इंच की दूरी पर, उन दो पिनों को गाड़ दो। अब डेढ़ इंच से कुछ बड़े धागे का एक टुकड़ा लेकर इसके दोनों सिरों को उन दो पिनों से

बांध दो। अब एक पेन्सिल लेकर उस धागे को खींचते हुए धीरे-धीरे चारों ओर कागज पर घुमाओ। दीर्घवृत्त तैयार हो जायगा। यदि दीर्घवृत्त खींचने में तुम्हें कोई कठिनाई मालूम पड़े तो सामने के पृष्ठ की आकृति को देखने पर तो तुम आसानी से दीर्घवृत्त खींच लोगे।

आकृति में जहां पिन गड़े हुए हैं उन बिन्दुओं को वृत्त की नाभियां कहते हैं। $न_१$ और $न_२$ दोनों इस दीर्घवृत्त की नाभियां हैं। पेन्सिल की नोक वाला बिन्दु 'प' है। यही बिन्दु दीर्घवृत्त का पथ खींचता है। तुम देखोगे कि $न_१प$ और $न_२प$ दोनों दूरियां जोड़ने पर जो योग प्राप्त होता है वह वस्तुतः हमेशा स्थिर रहता है क्योंकि दीर्घवृत्त खींचते समय पूरे धागे की लम्बाई एक-सी रहती है। अन्य शब्दों में, यदि तुम दीर्घवृत्त पर कहीं भी कोई बिन्दु लेकर उसे दोनों नाभियों से जोड़ते हो तो इन दोनों दूरियों का जोड़ हमेशा एक-सा ही मिलेगा। दीर्घवृत्त की यही मुख्य विशेषता है। किन्हीं भी दो नाभियों का चुनाव कर लेने पर धागे की दूरी ही दीर्घवृत्त के आकार को निर्धारित करती है। दीर्घवृत्त का आकार नाभियों के बीच की दूरी पर भी निर्भर करता है। यदि दोनों नाभियों को एक ही स्थान पर रखा जाय, अर्थात् दो

पिनों के बजाय एक ही पिन लेकर उपरोक्त विधि से वक्र खींचा जाय, तो वह होगा एक वृत्त।

इस दीर्घवृत्त की दोनों नाभियों से यदि एक सीधी रेखा खींची जाय तो वह बड़ा अक्ष (मेजर एक्सिस) कहलाती है। दोनों नाभियों के मध्य बिन्दु से बड़े अक्ष से समकोण बनाती हुई एक सीधी रेखा खींची जाय तो यह छोटा अक्ष (माइनर एक्सिस) कहलाती है।

मैं तुम्हें सलाह दूंगा कि तुम दीर्घवृत्त के बारे में केवल पढ़कर ही संतोष न कर लो। बेहतर होगा कि बताये हुए तरीके से और आकृतियों को देखकर तुम स्वयं एक-दो दीर्घवृत्त खींच लो और इनमें नाभियों, बड़ा अक्ष, छोटा अक्ष आदि बातों को अच्छी तरह समझ लो।

मैं तुम्हें बतला ही चुका हूँ कि यह दीर्घवृत्त कोई नयी चीज नहीं है। आज से लगभग दो हजार वर्ष पहले यूनान के एक बहुत बड़े गणितज्ञ दीर्घवृत्त तथा इसके गुणधर्मों की खोज कर चुके थे। तुम पूछोगे : क्या था उस गणितज्ञ का नाम ?

उस गणितज्ञ का नाम था—एपोलोनियस (२६२-२०० ई. पू.)। वास्तव में, एपोलोनियस ने अकेले दीर्घवृत्त की ही खोज नहीं की थी। तुम जान ही चुके

हो कि दीर्घवृत्त तथा वृत्त में कोई बहुत बड़ा अन्तर नहीं है। दोनों वक्र एक ही परिवार के दो सदस्य हैं। वास्तव में, वक्रों के इस परिवार में और भी दो सदस्य हैं जिन्हें परवलय (पैराबोला) और अतिपरवलय (हाइ-परबोला) कहते हैं।

एपोलोनियस ने जब इन वक्रों की खोज की थी तो उसे स्वयं भी यह पता नहीं था कि प्रकृति के किसी नियम के लिए इन वक्रों का इस्तेमाल हो सकता है। उसकी तो यह केवल एक बौद्धिक खोज ही थी। केपलर के पहले किसी को भी यह अन्दाज नहीं था कि प्रकृति में ऐसी भी कोई वस्तु हो सकती है जो दीर्घवृत्त मार्ग में गतिमान हो।

केपलर के पहले सभी ज्योतिषी यह मानते थे कि ग्रह और उपग्रह वृत्त-मार्ग में ही परिक्रमा करते हैं; परन्तु केपलर ने देखा कि वृत्त-मार्ग वाला यह सिद्धांत सही नहीं है। वह ऐसे मार्ग अर्थात् वक्र की खोज करने लगे जिस पर चल कर ग्रहों का परीक्षण सही-सही साबित हो सके। उन्हें एपोलोनियस की याद आयी और याद आयी उसके दीर्घवृत्त की। जब उन्होंने पुनः गणना करके देखा तो सही पाया कि ग्रह दीर्घवृत्त

मार्ग में ही सूर्य की परिक्रमा करते हैं।

कितने आश्चर्य की बात है कि गणित तो शताब्दियों पहले से तैयार था, परन्तु भौतिक-जगत् के सिद्धांतों के लिए उसका इस्तेमाल बहुत बाद में जाकर हुआ ! यदि एपोलोनियस का गणित पहले से तैयार न होता तो गृहों की कक्षाएं निर्धारित करना केपलर के लिए इतना आसान न होता। सच बात तो यह है कि प्रत्येक भौतिक-सिद्धांत के लिए गणित प्रायः पहले से ही तैयार रहता है।

केपलर ने एपोलोनियस के शुद्ध-गणित का पहली बार भौतिक-जगत् के लिए इस्तेमाल किया। केपलर के हाथों दीर्घवृत्त जीवित हो उठा ! कागज पर खींचा हुआ दीर्घवृत्त आकाश में गृहों तथा उपगृहों का मार्ग बन गया !

अब तुम भली भांति समझ गये होगे कि दीर्घवृत्त क्या है। अब हम देखेंगे कि केपलर ने अपने पहले तथा दूसरे नियम की खोज कैसे की।

: १० :

गृहों की गति के बारे में केपलर के पहले दो नियम हैं :

❀ गृह सूर्य की परिक्रमा वृत्त में नहीं, दीर्घवृत्त-कक्षा में करते हैं और इस दीर्घवृत्त की एक नाभि (फोकस) पर सूर्य स्थित रहता है।

❀ सूर्य के केन्द्र और किसी गृह के केन्द्र को मिलाने वाली कल्पित रेखा द्वारा निर्मित क्षेत्रफल और समय में निश्चित सम्बन्ध होता है।

केपलर ने स्वयं अपने ग्रंथ 'नया ज्योतिषशास्त्र' में लिखा है,

"मेरे प्रिय पाठको ! तुम्हें ये गणनाएं देख कर कुछ अजीब-सा लगता होगा; परन्तु तुम्हें मुझ पर दया आयेगी जब तुम यह जानोगे कि अंतिम सही हल पर पहुँचने के लिए मुझे कम से कम ७० बार गणनाएं करनी पड़ी हैं। तुम्हें यह जानकर और भी अधिक आश्चर्य होगा कि मंगल से युद्ध करते हुए पांच वर्ष का लम्बा अरसा गुजर गया !"

केपलर को अपने पहले नियम का हल खोजने के लिए पूरे दो वर्ष का समय लगा था। अन्त में वह इस निर्णय पर पहुँचे कि मंगल गृह की कक्षा एक वृत्त नहीं है, बल्कि एक अण्डाकार वक्र है।

अण्डाकार वक्र किस प्रकार का होता है यह तुम जान ही चुके हो। इसी अण्डाकार वक्र को गणितीय भाषा में दीर्घवृत्त (इलिप्स) कहते हैं।

केपलर ने गृहों की कक्षाओं के लिए दीर्घवृत्त की खोज किस प्रकार की, इसकी कहानी भी बड़ी रोचक है। ब्राहे के परीक्षणों पर केपलर का अटूट विश्वास था। जब उन्होंने मंगल के लिए एक वृत्तीय कक्षा की कल्पना की, तो उन्होंने देखा कि ब्राहे के परीक्षणों में और कल्पित कक्षा में ८ मिनटों के चाप (आर्क) का अन्तर पड़ता है।

तुम पूछोगे ये ८ मिनट क्या हैं ?

किसी भी वृत्त को ३६० भागों में विभाजित करने की प्रथा है। इनमें से प्रत्येक भाग को एक 'अंश' कहते हैं। एक अंश के ६० छोटे-छोटे भाग किये जाते हैं। इन्हें 'मिनट' कहते हैं। फिर इस मिनट के भी और छोटे-छोटे भाग किये जाते हैं, जिन्हें 'सेकेन्ड' कहते हैं। ये सब विभाजन कोणों में मापे जाते हैं।

हाँ, तो हम पहले कह आये हैं कि केपलर द्वारा कल्पित कक्षा में और ब्राहे द्वारा निर्धारित परीक्षणों में ८ मिनटों का अन्तर पाया गया। केपलर के स्थान पर दूसरा कोई होता तो सहज ही कल्पना कर लेता कि यह ८ मिनटों का अंतर ब्राहे के परीक्षणों की गलती के कारण है। परन्तु केपलर ब्राहे की सूक्ष्म-परीक्षण-विधि से पूर्ण परिचित थे। वह स्वप्न में भी यह मानने को तैयार नहीं थे कि ब्राहे भी गलती कर सकता है। उन्होंने सोचा कि गलती यदि कहीं है तो उनकी अपनी कल्पित कक्षा में ही।

और इस ८ मिनट के अन्तर से मंगल की सूर्य से महत्तम दूरी में कितना फर्क पड़ता था ?

सूर्य-मंगल दूरी का केवल ४२९/१००००० भाग !

आज तो हम यह निश्चित रूप से जानते हैं कि सभी ग्रह दीर्घवृत्तीय कक्षा में ही सूर्य की परिक्रमा करते हैं। वास्तव में, पृथ्वी की कक्षा के लिए एक कागज पर यदि दीर्घवृत्त खींचा जाय तो यह वृत्त-सा ही दिखाई देगा। इस दीर्घवृत्त में इतना सूक्ष्म अंतर होगा कि वह आंखों से स्पष्ट नहीं हो सकता। यदि हम एक ऐसा दीर्घवृत्त खींचें जिसका बड़ा अक्ष १०० फीट हो और छोटा अक्ष ९९$\frac{१}{२}$ फीट हो, तो यह पृथ्वी

की कक्षा का दीर्घवृत्त होगा। इससे तुम जान जाओगे कि पृथ्वी की कक्षा के दीर्घवृत्त में और वास्तविक वृत्त में कोई विशेष अन्तर नहीं है।

फिर भी, जहां तक गणित का प्रश्न है, वृत्त, वृत्त है और दीर्घवृत्त, दीर्घवृत्त। कागज पर वृत्त और दीर्घवृत्त का फर्क भले ही कोई विशेष महत्व न रखता हो, परन्तु आकाश के विशाल पैमाने पर यह फर्क बड़े महत्व का है।

अंत में केपलर ने यह सिद्ध कर दिखाया कि गृहों की कक्षाएं वृत्त न होकर दीर्घवृत्त हैं। अरिस्टोटल और दूसरे अनेक ज्योतिषियों की धारणाएं झूठी सिद्ध हुईं।

आज हम कृत्रिम गृहों और राकेटों को आकाश में भेज रहे हैं। हम आदमियों को भी आकाश में भेज रहे हैं। ये सभी दो-ढाई सौ मील की उंचाई पर पृथ्वी की परिक्रमाएं करते हैं।

तुम पूछोगे—तो क्या ये कृत्रिम गृह और अंतरिक्ष-यान भी दीर्घवृत्तीय मार्ग में ही पृथ्वी की परिक्रमा करते हैं?

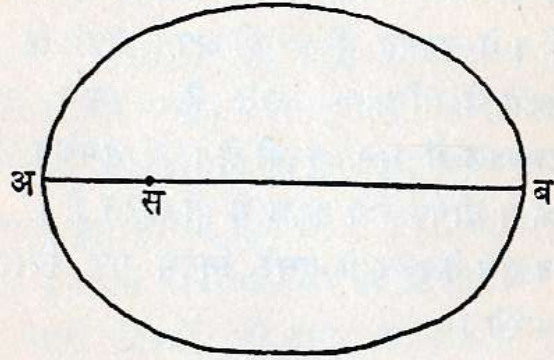
हां, ये सभी दीर्घवृत्तीय कक्षा में हो पृथ्वी की परिक्रमा करते हैं। इन्हें आकाश में भेजने के पहले वैज्ञानिक लोग पहले से ही इस दीर्घवृत्तीय कक्षा की

गणना कर लेते हैं। वे पहले से ही गणना कर लेते हैं कि कृत्रिम ग्रह या अंतरिक्ष यान पृथ्वी की परिक्रमा करते हुए किस समय पृथ्वी से कितनी ऊंचाई पर रहते हैं।

सच तो यह है कि आकाश के सभी ग्रह दीर्घवृत्तीय कक्षा में ही पृथ्वी की परिक्रमा करते हैं। हमारा चंद्रमा, जो एक उपग्रह है, दीर्घवृत्तीय कक्षा में पृथ्वी की परिक्रमा करता है। दूसरे ग्रहों के अपने-अपने उपग्रह हैं। वे उपग्रह भी अपने-अपने ग्रहों की दीर्घवृत्तीय कक्षा में परिक्रमा करते हैं। इसके अलावा, इस सौरमण्डल में धूमकेतु भी हैं। ये धूमकेतु भी सूर्य की परिक्रमा दीर्घवृत्तीय कक्षा में ही करते हैं।

अब हम केपलर के दूसरे नियम पर विस्तार से विचार करेंगे।

: ११ :

केपलर के दूसरे नियम को जानने के पहले दीर्घ-वृत्त के बारे में कुछ और बातें जान लो। नीचे की आकृति पर विचार करो :

यह दीर्घवृत्त है। पृथ्वी या किसी अन्य ग्रह के लिए यदि पैमाने के अनुसार ठीक दीर्घवृत्त खींचा जाय तो वह वृत्त-सा ही दिखाई देगा। इसलिए, हमने एक ऐसा दीर्घवृत्त खींचा है जिसमें ग्रहों की गति के नियम आसानी से समझ में आ सकें। तुम देखोगे कि इसकी एक नाभि (फोकस) पर सूर्य (स) स्थित है। स्पष्ट ही है कि सूर्य दीर्घवृत्त के केन्द्र बिन्दु पर नहीं है। दीर्घवृत्त

का बड़ा अक्ष (मेजर एक्सिस) सूर्य से, अर्थात दीर्घवृत्त की नाभि से, गुजरता है। आकृति को देखने से ही स्पष्ट हो जाता है कि सूर्य से दीर्घवृत्त के बड़े अक्ष का एक सिरा दूसरे सिरे से अधिक नजदीक है। **स अ** दूरी **स ब** दूरी से कम है।

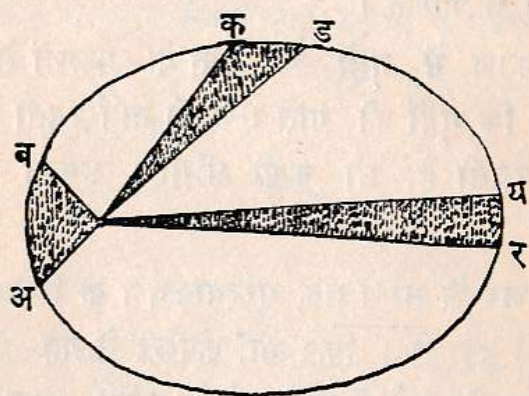
आकाश में ग्रहों की गति के प्रेक्षणों से पता चलता है कि ग्रहों की गति एक सी नहीं रहती। कभी यह तेज रहती है, तो कभी धीमी। इसका कारण क्या है ?

केपलर के समय तक गुरुत्वाकर्षण के सिद्धान्त की खोज नहीं हुई थी। फिर भी, केपलर ने यह अनुमान लगाया था कि सूर्य में ऐसी कोई शक्ति अवश्य होनी चाहिए जो इन ग्रहों की गति का नियंत्रण करती है। उन्होंने देखा कि ग्रह जब सूर्य के निकट होते हैं तब इनकी गति तेज होती है। और जब ये सूर्य से दूर होते हैं तब इनकी गति धीमी होती है।

केपलर सोचने लगे कि ग्रहों की इस धीमी और तेज गति के लिए कौन-सा नियम हो सकता है ? अंत में उन्होंने एक नियम खोज ही निकाला। केपलर का यह नियम हमें बतलाता है,

"सूर्य के केन्द्र और किसी ग्रह के केन्द्र को मिलाने

वाली कल्पित रेखा द्वारा निर्मित क्षेत्रफल और समय में एक निश्चित सम्बन्ध होता है।"

केपलर के इस नियम को समझने के लिए नीचे की आकृति पर विचार करो :

सूर्य भीतर की एक नाभि पर है। मान लो कि पृथ्वी, मंगल या अन्य कोई ग्रह दीर्घवृत्तीय कक्षा में इस सूर्य की परिक्रमा कर रहा है। यह भी मान लो कि यह ग्रह एक महीने में इस दीर्घवृत्तीय-कक्षा पर **अ ब**, **क ड**, और **य र** दूरियां तय करता है। अब सूर्य के साथ सीधी रेखाओं से **अ**, **ब**, **क**, **ड**, **य**, और **र** बिन्दुओं को जोड़ो। इससे तुम्हें तीन क्षेत्र—चित्र में काले क्षेत्र—प्राप्त होंगे।

केपलर का नियम हमें बताता है कि इन तीनों

क्षेत्रों का क्षेत्रफल समान है। चूंकि **अ ब**, **क ड** और **य र** दूरियों को पार करने में ग्रह को एक-सा समय लगा है और इन दूरियों से आबद्ध क्षेत्रफल भी समान है, इसलिए परीक्षणों से केपलर का दूसरा नियम सिद्ध हो जाता है।

हम तुम्हें बतला ही चुके हैं कि केपलर ने अपने इन दोनों नियमों को अपने ग्रंथ 'नया ज्योतिष' में प्रकाशित किया था। यह ग्रंथ पहली बार १६०९ में प्रकाशित हुआ था।

: १२ :

१६०० ई. में केपलर प्राग आये थे। टाइको द ब्राहे की मृत्यु के बाद १६०१ में उन्हें राज-ज्योतिषी बनाया गया। १६०१ से १६१२ तक वह, अनेक कठिनाइयों के बावजूद, प्राग में ही रुके रहे।

टाइको द ब्राहे की मृत्यु के एक वर्ष बाद ही १६०२ में उन्होंने अपने दूसरे नियम की खोज कर ली थी। इसके बाद आगे के दो वर्षों तक वह प्रकाश के गुणधर्मों का अध्ययन करते रहे।

१६०४ में केपलर ने और एक खोज की। तुम पढ़ ही चुके हो कि टाइको द ब्राहे ने १५७२ में एक नवतारे (नोवा) की खोज की थी। इसी तरह का एक नवतारा अक्तूबर १६०४ में प्रकट हुआ था। केपलर ने इस तारे का अध्ययन करके 'द स्टेलानोवा' नाम की एक पुस्तक लिखी थी जो १६०६ में प्रकाशित हुई। १६०४ का यह नवतारा आज भी 'केपलर का नवतारा' नाम से जाना जाता है।

१६०४ के बाद केपलर पुनः ग्रहों की कक्षा की खोज में जुट गये थे। मैं तुम्हें पहले ही बता चुका हूँ कि केपलर ने पहले अपने दूसरे नियम की खोज की थी, तदनन्तर पहले नियम की। १६०४ के बाद लगातार एक वर्ष के अध्ययन से अंत में उन्होंने खोज ही लिया कि ग्रहों की कक्षाएं वृत्ताकार नहीं हैं, बल्कि दीर्घ-वृत्ताकार हैं। दोनों नियमों की खोज कर लेने के बाद केपलर एक पुस्तक लिखने में जुट गये। वही पुस्तक जिसका नाम रखा गया था 'नया ज्योतिष'।

पुस्तक तो तैयार हो गयी। परन्तु समस्या थी उसके प्रकाशन की। उस जमाने में पुस्तक प्रकाशन के लिए आज जैसी सुविधाएं उपलब्ध नहीं थीं। उस जमाने में अपनी किताब प्रायः स्वयं ही छापनी पड़ती थी। कागज जुटाने तथा छपाई के खर्च के लिए केपलर को बड़ी दौड़-धूप करनी पड़ी। उन्हें दूसरों से कर्जा लेना पड़ा। यदि उन्हें अपनी तनखाह नियमित रूप से मिलती रहती तो वह बड़ी आसानी से पुस्तक छपवा सकते थे, परन्तु राजकोष की कुछ ऐसी दयनीय हालत थी कि उन्हें पूरा वेतन नहीं मिलता था। और, जो मिलता था वह भी बड़ी देरी से। खैर, किसी तरह १६०९ में 'नया ज्योतिष' प्रकाशित हो ही गयी।

तुम सोचते होगे कि केपलर की यह पुस्तक प्रकाशित हो जाने के तुरंत बाद वैज्ञानिक-जगत् में बड़ा तहलका मच गया होगा।

हां, तहलका तो जरूर मचा, परन्तु परिणाम आशा के विपरीत हुए। संसार में जब कोई नया विचार या नया सिद्धान्त सामने आता है, तो शायद ही तुरन्त उसका स्वागत होता हो। कोपर्निकस के बारे में तुम जान ही चुके हो। शताब्दियों से रूढ़ और प्रचलित सिद्धान्तों का खण्डन आसानी से स्वीकार नहीं हो सकता। फिर, केपलर ने तो शताब्दियों पुराने विचारों को तहस-नहस कर दिया था। शुरू में किसी ने भी उनके सिद्धान्तों का स्वागत नहीं किया।

विज्ञान के इतिहास में १६०९ ई. का बहुत बड़ा महत्व है। एक ओर केपलर ने ग्रहों की गति के बारे में अपने दो नियमों को 'नया ज्योतिष' नामक ग्रंथ में इसी वर्ष प्रकाशित किया; दूसरी ओर महान गेलीलियो ने ग्रहों तथा उपग्रहों के परीक्षणों के लिए इसी वर्ष संसार की पहली दूरबीन का निर्माण किया। केपलर तो गेलीलियो के आविष्कार को सुनकर फूले नहीं समाये। परन्तु बड़े दुख की बात है कि महान् गेलीलियो केपलर के 'नया ज्योतिष' के महत्व को

तुरंत नहीं समझ पाये।

१६११ में प्राग में गृहयुद्ध की आग सुलगी और महामारी भी फैली। केपलर के आश्रयदाता रुडोल्फ द्वितीय को अपना राजसिंहासन त्यागना पड़ा। इसी वर्ष केपलर की पत्नी बार्बरा की और उनके एक बच्चे की मृत्यु हुई। जिनका भाग्य तथा फलित-ज्योतिष में विश्वास है वे यही कहेंगे कि यह वर्ष राजा तथा केपलर दोनों के लिए अशुभ था। बहुत लोगों का विश्वास है कि केपलर फलित-ज्योतिष में भी विश्वास रखते थे। परन्तु देखो तो उन्होंने इसी वर्ष फलित-ज्योतिष के बारे में क्या कहा है,

"यदि कोई कुटिल फलित-ज्योतिषी चाहे तो किसी सम्राट की बहुत बड़ी हानि कर सकता है। यह देखना मेरा कर्तव्य है कि ऐसे लोगों से हमारे सम्राट की कोई हानि न होने पाये। मेरा यह विश्वास है कि राज-दरबार में से फलित-ज्योतिष को बाहर निकाल फेंकना चाहिए। और इसे उन लोगों के दिमाग से भी निकाल फेंकना चाहिये जो सम्राट के सलाहकार हैं।"

२३ मई १६११ को रुडोल्फ को बोहेमिया राज्य का तख्त त्याग देना पड़ा। अगले वर्ष के जनवरी महीने में उसकी मृत्यु हुई। इसी बीच केपलर की पत्नी

बार्बरा बीमार पड़ी और बाद में वह मिरगी के रोग की शिकार हुई। ऐसे संकट काल में केपलर के तीनों बच्चों को चेचक निकल आयी और उनका छः वर्ष का बच्चा, जिसका नाम फ्रेडरिक था, चल बसा! कुछ दिनों बाद बार्बरा की भी मृत्यु हो गयी !!

यूं तो जन्म से ही केपलर के भाग्य में दुख ही लिखा हुआ था, परन्तु उनके जीवन के अंतिम २० वर्ष भयानक कष्टों में बीते। पत्नी व पुत्र की तथा अपने आश्रयदाता की एक ही साथ मृत्यु की यह घटना उनके दुखों की लम्बी कहानी की असली शुरूआत थी।

सम्राट रुडोल्फ की मृत्यु २० जनवरी १६१२ को हुई थी। इसके पहले ही केपलर को उत्तर आस्ट्रिया की राजधानी लिंट्ज से गणित का प्राध्यापक बनने के लिए आमंत्रण आ चुका था। किन्तु जब तक उनके आश्रयदाता जीवित थे तब तक प्राग छोड़ने के लिए तैयार नहीं हुए। अब जब रुडोल्फ की मृत्यु हो गयी तो वह प्राग छोड़ने के लिए स्वतंत्र थे।

केपलर १२ वर्षों तक प्राग में रहे। उनके जीवन का एक अध्याय समाप्त हो गया। प्राग छोड़ने के बाद उनके जीवन का एक नया अध्याय शुरू होता है।

: १३ :

केपलर पूरे १२ वर्ष प्राग में रहे। अब इस नगर को छोड़ने के सिवा उनके सामने कोई दूसरा चारा नहीं था। एक तो उनके आश्रयदाता चल बसे थे। दूसरे उन्हें वेतन भी नहीं मिलता था। इसलिए लिंट्ज से जब उन्हें निमंत्रण आया तो उन्होंने उसे सहर्ष स्वीकार कर लिया। यहां उन्हें गणित पढ़ाने का ही काम मिला था। यह काम नाम मात्र का था। इसलिए खोज कार्य करने के लिए उनके पास पर्याप्त समय था।

केपलर जब लिंट्ज पहुँचे तो उनकी आयु कुल ४१ वर्ष की हो चुकी थी। वे लिंट्ज में ५५ वर्ष की आयु तक, अर्थात् कुल १४ वर्ष, रहे।

लिंट्ज में भी उनके दिन सुख में नहीं बीते। आर्थिक कठिनाई तो उतनी नहीं थी; किन्तु पारिवारिक कठिनाइयों का कोई अन्त नहीं था।

तुम्हें केपलर की मां का स्मरण होगा। अब वह काफी बूढ़ी हो चली थीं और अपने बेटे से दूर लिओन-

बर्ग में रहती थीं। जनता ने तथा ईसाई धर्म ने केपलर की माता पर यह आरोप लगाया था कि वह जादूगरनी है!

जानते हो, 'जादूगरनी' क्या होती है?

मैं भी ठीक-ठीक नहीं जानता कि 'जादूगरनी', 'डायन', या 'चुड़ैल' का सही-सही अर्थ क्या होता है क्योंकि अब तक इन में से किसी एक का भी मुझ से सामना नहीं हुआ है। मैं केवल तुम्हें वही बात बताऊंगा जोकि पुराने खयाल के लोग पहले सोचते थे और कुछ लोग आज भी सोचते हैं। ईसाई धर्मावलंबी मध्य-युग में विश्वास करते थे कि कुछ बूढ़ी औरतों के शरीर में दुष्ट 'प्रेतात्मा' या 'स्पिरिट्स' निवास करती हैं। इन प्रेतात्माओं के वशीभूत होकर बूढ़ी औरतें कुटिल काम करने लग जाती हैं। वे दूसरों पर जादू-टोना करती हैं, दूसरों के घरों में बीमारियां फैलाती हैं, विपदाएं ढाती हैं। ऐसी ही औरतों को 'डायन' या 'जादूगरनी' कहते थे!

पुराने समय में, और आज भी, बहुत से लोग भूत-प्रेत तथा जादू-टोने में विश्वास करते हैं। ईसाई धर्म तो इस भूत-प्रेत तथा जादू-टोने का मायाजाल ही है। इसलिए ईसाई धर्म-गुरु जब देखते कि अमुक औरत

या अमुक आदमी के शरीर में भूत-प्रेत घुस गया है तो वे उस आदमी या औरत को जिन्दा ही जला डालते थे! जिस गांव में केपलर का जन्म हुआ था उसमें केवल दो सौ घर थे। परन्तु १६१५ और १६२९ के बीच अकेले इसी गांव में ३८ 'जादूगरनियां' पकड़ी गयी थीं और उन्हें चौरस्तों पर जिन्दा जला दिया गया था! इस समय केपलर की मां कैथरिन लियोनबर्ग नाम के जिस छोटे-से देहात में रहती थीं, उसमें केवल एक ही साल में छः 'जादूगरनियों' को जिन्दा जला दिया गया था! अब केपलर की मां की बारी थी।

उस जमाने में ईसाई धर्म-गुरुओं की अपनी स्वतंत्र अदालतें हुआ करती थीं। ये अदालतें राजा-महाराजाओं की अदालतों से भी कठोर होती थीं। इन अदालतों में किसी को भी पकड़ कर खड़ा किया जा सकता था। जिस किसी को भी ईसाई धर्म के विरोध में पाया जाता उसे इस अदालत के सामने खड़ा करके कठोर से कठोर दण्ड दिया जाता था। महान् वैज्ञानिक गेलीलियो को भी ऐसी अदालत के सामने खड़े होकर सत्य को असत्य और असत्य को सत्य 'स्वीकार' करना पड़ा था! इसी तरह की अदालत ने ज्योर्दानो ब्रूनो को जिन्दा जला दिया था। मध्ययुग में ईसाई धर्म के ये कारनामे

खून की स्याही से लिखे हुए मिलते हैं !

अब केपलर की मां की बारी थी। १६१५ से १६२१ तक उनका मामला अदालत में चलता रहा। उनके अनेक शत्रु थे और इन्हीं शत्रुओं ने उन पर जादूगरनी का आरोप लगाया था। दोष को सिद्ध करना आसान नहीं था। अंत में कैथरिन को जेल में डाल दिया गया और उन्हें यातनाओं की धमकियां दी गयीं। फिर भी, बुढ़िया डटी रही। वह इन्कार करती रही कि वह 'जादूगरनी' है।

किसी को 'जादूगरनी' सिद्ध करने के ईसाई धर्मगुरुओं के अनेक बेहूदा परीक्षण थे। जिस पर जादूगरनी होने का आरोप लगाया जाता उसे ईसाई धर्मग्रंथ बाईबिल पढ़ने को दी जाती थी। बाईबिल पढ़ते-पढ़ते यदि अभियुक्त रो पड़े तो मान लिया जाता था कि अभियुक्त निर्दोष है ! केपलर की मां को जब बाईबिल पढ़ने को दी गयी तो उनकी आंखों से आंसुओं की एक बूंद भी नहीं छलकी ! केपलर की मां ने क्रोध में आकर न्यायाधीशों को जवाब दिया,

"मैं अपने जीवन में इतना अधिक रोयी हूँ कि अब बाईबिल पढ़ते समय आंसुओं के लिए शरीर में एक बूंद भी बाकी नहीं बची है !"

तुम पूछ सकते हो : वह तो एक बड़े वैज्ञानिक की मां थी; फिर केपलर ने उसे बचाया क्यों नहीं ?

सच बात यह है कि ईसाई धर्म की शक्ति के सामने केपलर का भी जोर नहीं था। केपलर ने दो बार जाकर बीच-बचाव करने की कोशिश की और इसी कोशिश के कारण कैथरिन जिन्दा ही जला दिये जाने से बाल-बाल बच गयी। उसे एक-डेढ़ साल के लिए जेल में ठूंस दिया गया। १६१५ में, जेल भुगतने के बाद, उसे निर्दोष मान लिया गया और छोड़ दिया गया। जेल से छूटने के बाद छः महीने के अनंतर केपलर की मां की मृत्यु हो गयी।

इस सारे वातावरण का केपलर के दिमाग पर क्या असर पड़ा होगा, इसकी तुम स्वयं कल्पना कर सकते हो। किन्तु केपलर तो अपना जीवन विज्ञान को अर्पित कर चुके थे। सारी पारिवारिक कठिनाइयों के बावजूद वह अपने गवेषणा-कार्य में जुटे रहे। मानसिक कष्टों के बावजूद भी उन्होंने ग्रहों की गति के बारे में अपना 'तीसरा नियम' खोज निकाला। इस तीसरे नियम का बहुत बड़ा महत्व है। १६१८ में इस नियम की खोज हो चुकी थी। केपलर ने 'हार्मोनिसे मुंडी' नामक ग्रंथ में इस नियम को प्रकाशित किया।

आओ, अब हम केपलर के इस तीसरे नियम पर विस्तार से विचार करें।

: १४ :

'हार्मोनिसे मुंडी' ग्रंथ १६१८ से तैयार हो गया था।

'हार्मोनिसे मुंडी' का अर्थ होता है—'विश्व की संगति।' इसी ग्रंथ में केपलर का प्रसिद्ध 'तीसरा नियम' मौजूद है।

केपलर का तीसरा नियम है :

❀ किसी ग्रह को सूर्य की परिक्रमा करने में जितना समय लगता है उसके वर्ग में और उस ग्रह तथा सूर्य के बीच की मध्यमान दूरी के घन में निश्चित सम्बन्ध होता है।

इस नियम के कुछ शब्दों से तुम शायद परिचित नहीं हो, इसलिए पहले उन्हें समझ लो।

५×५ को गणित में $५^{२}$ भी लिखते हैं। उसी प्रकार, $त \times त$ को $त^{२}$ लिखते हैं। $५^{२}$ को 'पांच का वर्ग' और $त^{२}$ को 'त का वर्ग' कहते हैं। इसी प्रकार, $त \times त \times त$ को $त^{३}$ लिखते हैं और इसे 'त का घन' कहते हैं।

तुम जानते ही हो कि पृथ्वी को सूर्य की एक परिक्रमा करने में पूरे एक वर्ष का समय लगता है। उसी प्रकार, शनि को सूर्य की एक पूरी परिक्रमा के लिए लगभग ३० वर्षों का समय लगता है! पृथ्वी की सूर्य से मध्यमान (एवरेज) दूरी लगभग ९३०००००० मील है! मैं तुम्हें बतला ही चुका हूँ कि पृथ्वी और सूर्य के बीच की इस दूरी को एक 'खगोलीय इकाई' कहते हैं। इस प्रकार यदि पृथ्वी, सूर्य से एक इकाई दूर है, तो शनि की दूरी है—लगभग १० इकाइयां!

केपलर का उद्देश्य था ग्रहों की सूर्य से मध्यमान दूरी तथा इन ग्रहों के सूर्य-परिभ्रमण-काल में कोई सुनिश्चित संबंध खोज निकालना। मान लो कि ग्रहों की सूर्य से दूरी को हम 'द' मानते हैं और उनके सूर्य के चारों ओर एक चक्कर लगाने के समय को 'स'। अब हमें देखना है कि इस 'द' और 'स' में क्या संबंध है। यह संबंध खोजने के लिए पहले हम देखेंगे कि केपलर के समय तक ज्ञात सभी ग्रहों के लिए 'द' और 'स' के मान क्या हैं।

	बुध	शुक्र	पृथ्वी	मंगल	बृहस्पति	शनि
स:	०.२४	०.६१५	१.००	१.८८	११.६८	२९.४५७
द:	०.३८७	०.७२३	१.००	१.५२४	५.२०३	९.५३९

क्या इन दोनों पंक्तियों के मानों में कोई सीधा संबंध तुम्हें दिखाई देता है ? नहीं। ग्रहो के 'स' तथा 'द' मानों में बहुत अंतर है। इसलिए केपलर ने सोचा कि द और स के वर्गों के मानों के संबंध को देखा जाय। $द^२$ तथा $स^२$ के मान होंगे,

	बुध	शुक्र	पृथ्वी	मंगल	बृहस्पति	शनि
$स^२$:	०.०५८	०.३८	१.००	३.५४	१४०	८६८
$द^२$:	०.१४७	०.५२८	१.००	२.३२३	२७.०७१	९०.७९२

तुम देखोगे कि अब भी दोनों पंक्तियों की संख्याएं एक-समान नहीं हैं। अर्थात् $द^२$ और $स^२$ में भी कोई संबंध संभव नहीं है। परन्तु अब जरा $द^३$ का मान निकाल कर तो देखो। $द^३$ के मान हैं,

	बुध	शुक्र	पृथ्वी	मंगल	बृहस्पति	शनि
$द^३$:	०.०५८	०.३८	१.००	३.५४	१४०	८६८

इस बार तुम देखोगे कि $द^३$ के भी ठीक वही मान हैं जो कि $स^२$ के हैं। अर्थात्, $स^२$ और $द^३$ समान हैं। तुम जानते ही हो कि 'स' ग्रह को सूर्य की एक परिक्रमा करने में लगने वाला समय है और 'द' ग्रह की सूर्य से मध्यमान दूरी है। कितने आश्चर्य की बात है कि अंत में ग्रहों के बारे में इन दोनों बातों में एक सुनिश्चित संबंध निकल ही आया। अब पुनः केपलर के तीसरे नियम पर विचार करो। नियम है—

किसी ग्रह को सूर्य की परिक्रमा करने में जितना समय (स) लगता है उसके वर्ग ($स^२$) में और उस ग्रह तथा सूर्य की मध्यमान दूरी (द) के घन ($द^३$) में निश्चित संबंध होता है।

इसी बात को गणितीय भाषा में कहा जायगा : $स^२$ हमेशा $द^३$ के अनुपात में रहता है। अर्थात,

$\frac{द^३}{स^२}=क$, जहां 'क' एक स्थिरांक (कांस्टेंट) है।

यदि हम 'द' तथा 'स' के मानों को खगोलीय इकाइयों में लेते हैं अर्थात् पृथ्वी और सूर्य के बीच की दूरी को १ और पृथ्वी के परिभ्रमण काल को भी १ मानकर इसी अनुपात में दूसरे ग्रहों के मान भी व्यक्त करते हैं, तो 'क' (स्थिरांक) का मान १ होगा। तब,

$द^३=स^२$

अब हम इस नियम का परीक्षण करके देखेंगे। मैं तुम्हें बतला ही चुका हूं कि केपलर के समय तक सौर-मण्डल के तीन ग्रहों अर्थात् यूरेनस, नेपच्यून और प्लूटो की खोज नहीं हुई थी। केपलर का तो अंतिम समय तक यही विश्वास था कि सौरमण्डल में केवल छः ही ग्रह हैं। प्लूटो ग्रह की खोज तो इसी शताब्दी में १९३० में हुई है। केपलर भले ही यह मानते रहे हों

कि सौरमण्डल में केवल छः ही ग्रह हैं; परन्तु उनको इस बात की कल्पना भी नहीं थी कि उनके 'तीसरे नियम' में नये ग्रह खोज सकने की शक्ति है। मैं तुम्हें बताऊंगा कि केपलर का यह तीसरा नियम ग्रहों को खोजने के लिए किस प्रकार उपयोगी सिद्ध हुआ है।

१९३० के पहले खगोलविदों ने देखा कि सौर-मण्डल के छोर पर एक नया ग्रह है। वे इसकी दूरी तो ज्ञात कर चुके थे, परन्तु अब उन्हें यह देखना था कि सूर्य की परिक्रमा करने में इस नये ग्रह (प्लूटो) को कितना समय लगता है। इस समय को ज्ञात करने के लिए केवल एक ही सूत्र सहायक हो सकता था और वह सूत्र था—केपलर का तीसरा नियम।

मान लो कि सूर्य से पृथ्वी की मध्यमान दूरी १ है अर्थात् १ खगोलीय इकाई है और सूर्य की परिक्रमा करने में पृथ्वी को एक वर्ष का समय लगता है। १ का वर्ग १ ही होगा और १ का घन भी १ ही होगा।

सूर्य से प्लूटो गृह की मध्यमान दूरी है : ३९.५। ३९.५ का अर्थ है, इतनी खगोलीय इकाइयां। और तुम जानते ही हो कि १ खगोलीय इकाई दूरी का मतलब होता है, लगभग ९३०००००० मील। अब यदि तुम प्लूटो गृह की सूर्य से मध्यमान दूरी ज्ञात करना

चाहते हो तो तुम्हें ९३०००००० मील को ३९.५ से गुना करना होगा। प्लूटो गृह सूर्य से लगभग ९३०००००० × ३९.५ मील दूर है।

प्लूटो गृह की दूरी तो तुमने जान ली परन्तु अब तुम्हें यह जानना है कि प्लूटो गृह को सूर्य की एक परिक्रमा करने के लिए हमारे कितने वर्षों का समय लगता है। केपलर के तीसरे नियम के अनुसार :

$$\frac{१^३}{१^२} = \frac{(३९.५)^३}{स^२}$$

जहां 'स' प्लूटो को सूर्य की परिक्रमा करने के लिए लगने वाला समय है। इस संबंध को सरल कर लेने पर प्राप्त होगा,

$$स^२ = (३९.५)^३$$

इस संबंध को सरल करने पर हमें 'स' का मान, अर्थात् प्लूटो को सूर्य की एक परिक्रमा करने में लगने वाले वर्ष, ज्ञात हो जायेंगे। गणना करने पर पता चलता है कि प्लूटो को सूर्य की एक परिक्रमा करने के लिए हमारे लगभग २४८ वर्षों का समय लगता है। इतने वर्षों को देखकर तुम्हें आश्चर्य नहीं होना चाहिए। प्लूटो सौरमण्डल का अंतिम ग्रह है और बहुत ही धीमी गति से सूर्य की परिक्रमा करता है।

आज हम केपलर के इस तीसरे नियम के महत्व को भली भांति समझते हैं। जिन परिस्थितियों में उसने यह नियम खोजा था, उनके बारे में स्वयं केपलर ने लिखा है,

"यदि तुम ठीक-ठीक तिथि जानना चाहो तो ८ मार्च, १६१८ को पहली बार इस समस्या का हल मेरे दिमाग में आया। पहली बार जब मैंने गणनाएं करके देखीं तो मैंने पाया कि ये सही नहीं हैं। दूसरी बार १५ मई को जब मैंने पुनः गणनाएं करके देखीं, तो पाया कि हल सही है। मैंने देखा कि मेरी गणनाएं टाइको के परीक्षण तथा मेरे अपने १० वर्षों के परीक्षणों से मेल खाती हैं।"

मैं तुम्हें बतला ही चुका हूं कि इस तीसरे नियम की खोज करने के बाद केपलर ने 'हार्मोनिसे मुंडी' अर्थात् 'विश्व की संगति' ग्रंथ लिखा था जो १६१९ में प्रकाशित हुआ। ग्रंथ को समाप्त करते हुए केपलर ने लिखा था,

"मेरे इस ग्रंथ को मेरे समकालीन लोग समझें या भविष्य के लोग समझें, मुझे इसकी परवाह नहीं है। मैं तो दांव लगा चुका हूँ। मेरी यह पुस्तक अपने मूल्यांकन

के लिए सौ वर्षों तक प्रतीक्षा कर सकती है।"

केपलर स्वयं नहीं जानते थे कि उन्होंने विज्ञान को कितनी महत्वपूर्ण चीज दी है। उन्होंने कोपर्निकस के बारे में कहा था कि "कोपर्निकस नहीं जानता था कि वह कितना धनी है।"

ठीक यही बात हम केपलर के बारे में भी कह सकते हैं।

तुम जान ही चुके हो कि १६१२ में केपलर की पहली पत्नी बार्बरा की मृत्यु हुई। तुम यह भी जानते हो कि इस पहले विवाह से केपलर को सुख नसीब नहीं हुआ। तुम पूछोगे: क्या केपलर ने दूसरा विवाह किया?

हां, केपलर ने दूसरा विवाह किया। पहला विवाह उन्होंने अपने मित्रों की सलाह से किया था। परन्तु दूसरा विवाह वह सोच-समझ कर ही करना चाहते थे। उनके सामने विवाह के लिए ११ स्त्रियां थीं। इनमें से उन्हें किसी एक से विवाह करना था। तुम पूछोगे: केपलर ने अपनी नयी पत्नी का चुनाव कैसे किया?

केपलर तो गणितज्ञ थे। एक बार गलती कर चुकने के बाद वह दुबारा फिर गलती नहीं करना

चाहते थे। उन्होंने इन ११ मैं से प्रत्येक पर गंभीरता से सोचा। उसी प्रकार सोचा जिस प्रकार वह गृहों की कक्षाओं के लिए सोचते थे!

अंत मैं उन्होंने सुजाना राइटिंगेर का चुनाव कर लिया। इस समय केपलर की आयु ४१ वर्ष की थी और सुजाना की २४ वर्ष को। विवाह १६१३ में हुआ। सुजाना से केपलर को कुल ७ बच्चे हुए जिनमें से तीन बचपन में ही मर गये।

क्या केपलर को इस दूसरे विवाह से सुख मिला?

पहले से यह दूसरा विवाह अधिक सुखकर रहा। परन्तु तुम देख ही चुके हो कि केपलर के तीन बच्चे बचपन में चल बसे! ऊपर से आर्थिक कठिनाइयां!!

फिर भी, केपलर ने हार नहीं मानी। अब भी उन्हें बहुत-सा काम करना था।

कौन-सा काम?

: १५ :

'हार्मोनिसे मुन्डी' पुस्तक १६१९ में प्रकाशित हुई थी। उस समय केपलर की आयु ४८ साल की थी। उनका प्रमुख कार्य समाप्त हो चुका था। फिर भी, जीवन के शेष ११ वर्षों तक वह अनेक विषयों पर पुस्तक-पुस्तिकाएं लिखते रहे। उन्होंने कई पंचांग बनाये। धूमकेतु पर एक पुस्तक लिखी। गणितज्ञ नेपियर (१५५०-१६१७) के नये आविष्कार लघुगणक (लॉगरिद्म्स) पर एक पुस्तक लिखी। परन्तु जीवन के अंतिम काल के दो महत्वपूर्ण ग्रन्थ हैं: 'एपिटोमे एस्ट्रानोमिये कोपर्निकानाये' और 'रुडोल्फाइन टेबल्स'।

पहली पुस्तक के शीर्षक से पता चलता है कि इसमें कोपर्निकस के सिद्धांत का विवरण है; परन्तु सच तो यह है कि इसमें केपलर के ही अपने सिद्धांत की व्याख्या है। इस ग्रन्थ में सौरमण्डल का विवरण लगभग उसी प्रकार है जिस प्रकार आजकल के ज्योतिष की पाठ्य-पुस्तकों में होता है। टॉलमी के ज्योतिष ग्रन्थ 'अल्मस्जित' (लगभग १५० ई.) के बाद यूरोप में

ज्योतिषशास्त्र का यह सबसे महत्वपूर्ण गृन्थ था। इस गृन्थ में केपलर की सभी खोजों का समावेश है।

यद्यपि केपलर ने टॉलमी के सिद्धान्त को तहस-नहस कर दिया था और कोपर्निकस के वृत्तीय-कक्षा वाले सिद्धांत के स्थान पर दीर्घवृत्तीय कक्षाओं की स्थापना की थी फिर भी, मैं तुम्हें बता ही चुका हूँ, केपलर के इन नये सिद्धांतों का तुरन्त प्रचार तथा स्वागत नहीं हुआ।

केपलर का दूसरा महत्वपूर्ण गृन्थ 'रुडोल्फाइन टैबल्स—अर्थात् रुडोल्फीय सारणियां—ज्योतिषशास्त्र में अत्यन्त महत्व का है। इसमें टाइको द ब्राहे के जीवन भर के प्रेक्षणों का लेखाजोखा है। गृहों तथा तारों की गति-स्थिति जानने की जरूरत चूंकि समुद्र यात्रियों, ज्योतिषियों तथा पंचांगकर्ताओं को पड़ती है, इसलिए सभी लोग उत्सुकता से इन सारणियों के प्रकाशन की राह देख रहे थे। केपलर के एक जीवनी-लेखक ने तो यहां तक लिखा है कि भारत तथा चीन जैसे दूर देशों के ज्योतिषी भी इन सारणियों के प्रकाशन की उत्सुकता से बाट जोह रहे थे।

परन्तु इन सारणियों का प्रकाशन आसान काम नहीं था। एक तो केपलर को इन पर काम करने के

लिए टाइको द ब्राहे के रिस्तेदारों से झगड़ना पड़ा; दूसरे इन सारणियों के प्रकाशन के लिए पैसा जुटाना पड़ा। हम तुम्हें बतला ही चुके हैं कि प्राग में केपलर तथा ब्राहे दोनों का वेतन रुका हुआ था। ब्राहे के अब भी ६२९९ फ्लोरिन (सोने का एक सिक्का) राजा की तरफ बाकी थे। नये शासन से बकाया रुपया वसूल करना आसान काम नहीं था। फिर भी, केपलर वसूली के लिए एक वर्ष तक इधर-उधर दौड़-धूप करते रहे। अंत में, उन्हें किसी तरह से दो हजार फ्लोरिन मिल गये।

इन दो हजार फ्लोरिन से केपलर ने पुस्तक के लिए कागज खरीद लिया। कागज का इन्तजाम तो हो गया। परन्तु छपाई के लिए पैसे कहां से आयेंगे? केपलर ने सोच लिया कि अपने खर्च में कटौती करके किसी तरह छपाई के लिए इन्तजाम कर लेंगे। उस समय केपलर ने तनिक भी नहीं सोचा कि पैसों के अभाव में उनकी पत्नी तथा छः बच्चों का निर्वाह कैसे होगा। उन्हें तो वही धुन सवार थी कि अपने गुरु तथा सहयोगी टाइको द ब्राहे के जीवन भर का अमूल्य परिश्रम जल्दी से जल्दी प्रकाशित हो जाये।

अंत में यह पुस्तक १६२४ में प्रकाशित हो ही

गयी। इस पुस्तक का नाम रखा गया, 'रुडोल्फीय सारणियां'।

तुम पूछ सकते हो कि इस पुस्तक का नाम 'ब्राहे की सारणियां' क्यों नहीं रखा गया ? 'रुडोल्फीय सारणियां' ही क्यों रखा गया ?

सम्राट रुडोल्फ द्वितीय के आश्रय में ब्राहे तथा केपलर ने लगभग १२-१३ वर्षों तक आकाश के ग्रह-नक्षत्रों का अध्ययन किया था। ब्राहे तथा केपलर दोनों ही सम्राट के राज-ज्योतिषी थे। राज्य की ओर से उन्हें वेतन तथा अन्य खर्च मिलता था। इसलिए केपलर ने उचित समझा कि इन सारणियों का नाम 'रुडोल्फीय सारणियां' ही रखा जाय। आज भी ये सारणियां 'रुडोल्फीय सारणियों' के नाम से ही जानी जाती हैं। सम्राट रुडोल्फ यूरोप के राजनीतिक इतिहास में एक मामूली आदमी था; परंतु उसके दो राज-ज्योतिषियों ने ज्योतिष के इतिहास में उसके नाम को सदा के लिए अमर बना दिया।

ये 'रुडोल्फीय सारणियां' लखभग सौ वर्षों तक गृहों तथा नक्षत्रों का अध्ययन करने वालों के लिए महत्वपूर्ण साधन सिद्ध हुईं। इस गृंथ के अधिकांश भाग में गृहों की स्थितियां तथा गृहों की स्थितियों की

गणना करने के नियम दिये गये हैं। टाइको ने ७७७ तारों की स्थितियों की एक सूची तैयार की थी। केपलर ने और २२८ तारों की स्थितियां निर्धारित कीं। इस प्रकार, कुल १००५ तारों की सही-सही स्थितियां इस गृंथ में दी गयी हैं। इस गृंथ में प्रकाश के वर्तन (रिफ्रेक्शन) की भी सारणियां हैं। पहली बार नेपियर के लघुगणक (लॉगोरिद्म्स) का इस गृंथ में ज्योतिषीय गणनाओं के लिए उपयोग किया गया है।

इस गृंथ के प्रकाशन के लिए केपलर को लिंट्ज छोड़ कर अनेक स्थानों पर भटकना पड़ा। पुस्तक के प्रकाशन के लिए उन्हें कई महीने तक उल्म नगर में रहना पड़ा। पुस्तक के प्रकाशित हो जाने पर उनके सामने सवाल था : कहां रहोगे, कहां जाओगे ?

हां, कहां जायें ? कहां रहें ?

: १६ :

केपलर हमेशा के लिए लिंट्ज छोड़ चुके थे। उल्म एक अस्थायी निवास ही था। केपलर के सामने अब सवाल था : मैं अब किस जगह जाऊं ?

दिसम्बर १६२७ में केपलर ने उल्म नगर छोड़ दिया। वह प्राग पहुंचे। केपलर अब भी राज-ज्योतिषी थे। उन्हें राज्य से अब भी ११८१७ फ्लोरिन लेने थे ! लेकिन यह बकाया वेतन उन्हें कभी भी नहीं मिल पाया !

केपलर की पत्नी और बच्चे अभी राटिसबोन नगर में ही थे। वे उनसे मिलने गये और उधर से ही लिंट्ज चले गये। लिंट्ज में सब बातों का फैसला करके केपलर पुनः प्राग लौट आये। कुछ दिनों के बाद उनका परिवार भी उनसे आकर मिला।

सम्राट ने केपलर को सागान का ड्यूक नियुक्त किया। वह अपने परिवार के साथ सागान में रहने चले आये। जून १६२८ में वह सागान पहुंचे और अपनी मृत्यु तक उसी स्थान पर रहे। लेकिन केपलर

का मन वहां पर नहीं लगता था। उन्होंने स्वयं लिखा है,

"मैं यहां एक अतिथि और अपरिचित व्यक्ति की तरह हूँ। मुझे यहां कोई नहीं जानता। यहां की स्थानीय भाषा भी ठीक-ठीक नहीं समझ पाता। यहां के लोग मुझे अनाड़ी समझते हैं !"

एक महान ज्योतिषी और अनाड़ी ?

सागान में कोई छापाखाना (प्रेस) भी नहीं था। इसलिए केपलर एक प्रेस खड़ा करने में जुट गये। सागान में अपने शेष जीवन के दो सालों में से केपलर ने १८ महीने तो प्रेस खड़ा करने में बिता दिये। अन्त में, दिसम्बर १६२९ में, प्रेस तैयार हो गया।

प्रेस जब तैयार हो गया तो अपने दामाद वार्ट्स की सहायता से ग्रहपत्रियां (एफेमेरिज) तैयार करने में केपलर जुट गये। उन्होंने १६२९-१६३६ की ग्रहपत्रियां तैयार करके प्रकाशित कीं। इन ग्रहपत्रियों में ग्रहों की सारी गतियों का वर्ष भर का लेखा-जोखा रहता है। सारणियों में केवल एक बाहरी रूपरेखा ही रहती है, जिस पर गणनाएं आधारित होती हैं।

इसी बीच केपलर एक नयी पुस्तक को प्रकाशित करने में जुट गये। कौन-सी पुस्तक ?

यह पुस्तक नयी नहीं थी : बल्कि केपलर ने इसे लगभग २० वर्ष पहले लिखना शुरू किया था। यह एक कहानी की पुस्तक थी। एक कल्पित कहानी! एक वैज्ञानिक कल्पित कहानी!

इस पुस्तक का नाम था : 'सोमनियम'।

यह कहानी केपलर का एक स्वप्न थी। एक ऐसा स्वप्न जो उस समय तो नहीं किन्तु इस पुस्तक के किशोर पाठकों के जीवन काल में सत्य होने वाला था। जानते हो कौन-सा स्वप्न ?

इस कहानी में केपलर ने चंद्रमा की यात्रा की कल्पना की थी।

आज हम देखते हैं कि बहुत जल्द ही, संभवतः हमारे-तुम्हारे जीवन काल में ही, केपलर का यह स्वप्न साकार हो जायेगा।

केपलर ने 'सोमनियम' को छापना तो शुरू कर दिया था, परन्तु उनके अपने जीवन-काल में यह पुस्तक पूर्ण नहीं छप सकी। उनकी मृत्यु के बाद १६३४ में यह पुस्तक छपकर तैयार हुई। वैज्ञानिक तथ्यों पर आधारित यह पहली वैज्ञानिक कहानी थी।

केपलर को आये दिन आर्थिक कठिनाइयों का सामना करना पड़ रहा था। वह देख रहे थे कि

सागान में रहकर काम नहीं चल सकता। इसलिए अपनी पत्नी तथा बच्चों को पीछे छोड़कर नये काम की खोज के लिए और सम्राट से अपने बकाया वेतन की वसूली के लिए उन्होंने अक्तूबर १६३० में सागान छोड़ दिया।

वे लाइपजिग पहुँचे। वहां से एक मरियल टट्टू पर बैठकर न्यूरेमबर्ग पहुँचे। उसके बाद केपलर राटिसबोन गये जहां सम्राट का दरबार लगा हुआ था। सम्राट से अब भी उन्हें लगभग १२००० फ्लोरिन वेतन वसूल करना था।

केपलर २ नवम्बर १६३० को राटिसबोन पहुंचे थे। तीन दिन बाद उन्हें जोर का बुखार आया। उन्होंने बिस्तर पकड़ लिया। उनके बिस्तर के पास खड़े एक व्यक्ति ने लिखा है,

"केपलर बोल नहीं सकते थे। वह सिर्फ अपनी एक उंगली को कभी अपने माथे पर लगाते, कभी आकाश की ओर उठाते।"

अन्त में, १५ नवम्बर १६३० को इस महापुरुष की मृत्यु हुई!

केपलर ने अपनी समाधि के लिए पहले से ही

मृत्युलेख लिख रखा था। उनकी मृत्यु के बाद यही लेख उनकी समाधि पर अंकित किया गया,

"मैंने अपने जीवन में आकाश का मापन किया है :
अब मैं छायाओं का मापन कर रहा हूँ।
मेरा मस्तिष्क आकाश की उड़ान भरता था,
अब मेरा शरीर मिट्टी में आराम कर रहा है !"

: १७ :

तुमने केपलर की जीवनी पढ़ी। जीवन भर उन्हें जीविका के लिए भटकना पड़ा। बकाया वेतन वसूल करते हुए ५९ वर्ष की आयु में उनकी मृत्यु हुई।

केपलर को जीवन में यदि अधिक सुख-सुविधाएं मिली होतीं, तो निस्संदेह वह अधिक काम कर सकते थे और अधिक दिनों तक जीवित रहते।

हम कह सकते हैं कि केपलर भौतिक-ज्योतिष के जनक थे। केपलर के पहले जितने भी ज्योतिषी हुए उन्होंने ग्रह-नक्षत्रों की गतिविधि जानने के प्रयत्न तो किये, परन्तु उनके इन प्रयत्नों में आकाशीय पिण्डों के भौतिक गुणधर्मों का कहीं कोई जिक्र नहीं है। ज्योतिष के इतिहास में केपलर पहले व्यक्ति थे जिन्होंने सूर्य तथा ग्रहों में भौतिक गुणों का आरोपण किया।

केपलर मूलतः एक गणितज्ञ थे। उनका विश्वास था कि ईश्वर को एक महान गणितज्ञ होना चाहिये।

यूनानी गणितज्ञ पाइथेगोरस (५६९-५०० ई० पू०) की तरह संख्याओं की सार्वभौमिक शक्ति में केप-

लर को गहरा विश्वास था। पाइथेगोरस की ही तरह वह विश्व को संख्यामय मानते थे। केपलर विश्वास करते थे कि प्रत्येक ग्रह का अपना स्वतंत्र संगीत होता है। वह 'खगोल के संगीत' के प्रेमी थे।

केपलर ने पहली बार ज्योतिषीय गणनाओं के लिए लघुगणकों का इस्तेमाल किया। इस प्रकार केपलर के कारण ही लघुगणकों का जर्मनी में प्रचार हुआ।

केपलर अपने गलत और सही दोनों प्रकार के विचारों के साथ हमारे सामने प्रकट होते हैं। उन्होंने अपने सारे प्रयासों का विवरण पेश किया है। वास्तव में, उन्होंने अपनी तुलना कोलम्बस तथा मेगेलान जैसे यात्रियों से की है जो अज्ञात की खोज करने निकले थे। ब्रेवस्टर ने केपलर के बारे में लिखा है,

"केपलर में अदम्य उत्साह था और कुछ नया खोजने की आग उनमें सदैव सुलगती रहती थी। उन्होंने हर चीज के लिए कोशिश की। और, सफलता की थोड़ी-सी झलक मिल जाने पर वह पूर्ण सफलता के लिए कोई भी कोशिश बाकी नहीं रखते थे। उनके कुछ प्रयास सफल रहे—अनेक असफल रहे! जो प्रयास असफल रहे वे आज हमें कपोल-कल्पना से लगते

है। परन्तु जो प्रयास सफल रहे वे हमें सर्वशक्तिमान लगते हैं।...जिसका अस्तित्व था उसे खोजने में सफलता मिली और जो केवल कल्पनाएं थीं उन्हें खोजने में असफलता। परन्तु सभी प्रकार की खोजों के लिए उन्होंने एक-सी ही शक्ति लगाई थी।"

केपलर की सबसे बड़ी खोज थी : ग्रहों के बारे में उनके तीन नियम। विज्ञान के इतिहास में केपलर के इन तीन नियमों का अनूठा महत्व है।

तिथि-पत्रिका

जन्म : २७ दिसम्बर, १५७१ ई० ।

पिता : हाइनरिख् ।

माता : कैथरिन ।

शिक्षा : १३ साल की उम्र में आडेलबर्ग के धार्मिक स्कूल में भर्ती । उच्च-शिक्षा ट्यूबिन्गेन विश्वविद्यालय में । २० वर्ष की आयु में स्नातक ।

१५९४ : ग्राट्ज में गणित के प्राध्यापक नियुक्त हुए ।

१५९७ : 'ब्रह्माण्ड का रहस्य' ग्रन्थ का प्रकाशन । बार्बरा से विवाह ।

१६०० : प्राग में टाइको द ब्राहे के सहयोगी नियुक्त हुए ।

१६०१ : ब्राहे की मृत्यु के बाद राज-गणितज्ञ नियुक्त हुए ।

१६०२ : 'नव तारा' पुस्तक का प्रकाशन ।

१६०९ : 'नया ज्योतिष' ग्रन्थ का प्रकाशन । इसी ग्रन्थ में पहले दो नियमों की व्याख्या है ।

१६१२ : सम्राट रुडोल्फ की मृत्यु के बाद प्राग से प्रस्थान । बार्बरा की मृत्यु । लिंट्ज में गणित के प्राध्यापक नियुक्त हुए ।

१६१३ : सुजाना से दूसरा विवाह ।

१६१५ : मां की मृत्यु ।

१६१८ : तीसरे नियम की खोज ।

१६१९ : 'विश्व की संगति' ग्रन्थ का प्रकाशन ।

१६२४ : 'रुडोल्फीय सारणियों' का प्रकाशन ।

१६२८ : सागान पहुंचे ।

मृत्यु : १५ नवम्बर, १६३० ई. ।